РЭА
МИНЭНЕРГО РОССИИ

ДАЙДЖЕСТ

«ГРАФЕН, ГРАФИТ»

Москва, 2024 г.

Уважаемый читатель, представляем вашему вниманию дайджест отечественных научно-исследовательских работ и научно-технических разработок в области изучения свойств, получения и применения графена, подготовленный РЭА Минэнерго России.

> **РЭА Минэнерго России формирует базы и банки данных и организует распространение информации о результатах научно-технической деятельности предприятий и организаций в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 1997 года № 950 «Об утверждении Положения о государственной системе научно-технической информации».**

Первая информация о графене появилась в 2004 году, когда удалось снять с грифеля графитового карандаша слой углерода атомарной толщины. Графен обладает целым рядом уникальных свойств – хорошая теплопроводность, гибкость, упругость, прозрачность на уровне 97%, прочность, превышающая прочность стали и алмаза, способность хорошо проводить электрический ток. Кроме этого, графен химически нейтрален при нормальных условиях, его окисление начинается при температуре выше 400°С.

Такой набор свойств и их сочетаний определил широкий спектр возможного применения этого материала. Прежде всего, это создание полностью углеродной электроники без использования традиционных полупроводников и металлов. Графен может быть использован в качестве особо чувствительного сенсора для обнаружения отдельных молекул химических веществ. На основе графена могут быть созданы электроды в суперконденсаторах с удельной энергоемкостью до 250 Вт·ч/кг.

Уже сейчас графен используется в различных областях и порой находит совершенно неожиданное применение: от изготовления более легких и прочных теннисных ракеток до использования в составе одежды, для питания внешних светодиодов, от мониторинга и борьбы с диабетом до доставки лекарства в раковые клетки, от спрей-покрытия для защиты кузова автомобиля до инновационных прочных и легких бронежилетов. Графеновые лампочки экономичнее и долговечнее светодиодных аналогов.

Изучением графена, его свойств, методов получения и областей применения занимаются ученые из разных стран мира. В дайджест вошла информация по работам, выполненным российскими учеными в рамках НИОКТР (655 док.), диссертаций (112 док.), патентов (66 док.), а также ГОСТов (6 док.), ТУ (7 док.), ОСТов (1 док.), руководящих документов (РД) (2 док.), национальных стандартов (1 док.).

Перечень названий документов приведен в **Указателе**.

Источники информации

База данных «Промышленные инновации», Единый справочно-информационный фонд РЭА Минэнерго России, Единая государственная информационная система учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения, Федеральный институт промышленной собственности, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная публичная научно-техническая библиотека России».

СОДЕРЖАНИЕ

ГРАФЕН, ГРАФИТ – исследование свойств

НИОКТР 4

ДИССЕРТАЦИИ 117

ГОСТ 131

ТУ (ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ) 131

ГРАФЕН – производство

НИОКТР 131

ДИССЕРТАЦИИ 186

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ 198

ПАТЕНТЫ 198

ГРАФЕН, терморасширенный ГРАФИТ – применение

НИОКТР 205

ДИССЕРТАЦИИ 245

ГОСТ 252

ТУ (ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ) 253

ОСТ 254

РД (РУКОВОДЯЩИЕ ДОКУМЕНТЫ) 254

ПАТЕНТЫ 254

ГРАФЕН, ГРАФИТ – исследование свойств

НИОКТР

№ АААА-А16-116060810086-7, 01.06.2016

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И СЕНСОРНЫХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА

В последние годы наблюдается повышенный интерес к графеновым материалам, имеющим особые 2D свойства, проявляющиеся во взаимодействии их поверхности с газами и электролитами. При этом химическая функционализация поверхности графена может изменять эффективность таких взаимодействий, что ведет к созданию высокоэффективных суперконденсаторов и сенсоров.

В проекте предполагается опробовать ряд углеродных слоистых материалов, таких как терморасширенный графит, мезопористый слоистый углерод и перфорированный графит с разным функциональным составом для изготовления электродов суперконденсаторов и газовых сенсоров. Будет разработана методика нанесения металлорганических соединений на поверхности предварительно функционализированных графеновых материалов.

Основной направленностью проекта является создание пленочных миниатюрных суперконденсаторов. Использование лазерной эксфолиации пленки позволяет формировать тонкие токопроводящие и композитные электроды, а невосстановленная часть является твердым электролитом. Полученные структуры могут быть также эффективными сенсорами для газов. Предполагается определить, как разные функциональные группы будут влиять на чувствительность и селективность сенсорного отклика.

В проекте будет проведено квантово-химическое исследование взаимодействия молекул и ионов с функциональными группами и на основе полученных результатов будет проведена интерпретация экспериментальных данных и предложены наиболее эффективные композиции функциональных групп и композиций с наночастицами. На основе проведенных исследований будут изготовлены прототипы миниатюрных суперконденсаторов и газовых сенсоров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116021110215-9, 29.01.2016

МАГНИТОТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ С ДИРАКОВСКИМИ ФЕРМИОНАМИ

Проект посвящен экспериментальному исследованию физических свойств «дираковских» материалов, в которых существуют проводящие поверхностные состояния. Такими материалами являются топологические изоляторы (Bi_2Se_3, Bi_2Te_3). Кроме того, есть указания на существование поверхностных состояний и в нетопологических материалах с дираковскими фермионами – графене/графите и висмуте.

Цели работы: поиск в топологических изоляторах эффектов квантовой интерференции дираковских фермионов, содержащих разное число квантов магнитного потока; поиск эффектов, связанных с существованием в висмуте проводящих поверхностных состояний типа Тамма-Шокли для дираковских фермионов; выявление эффектов, связанных с резонансным рассеянием дираковских фермионов на краевых состояниях в графене и атомно тонком графите. Будут изготовлены и исследованы структуры нанометровых размеров различной геометрии на основе перечисленных выше материалов, в которых есть надежда обнаружить в транспорте вклад поверхностных состояний: нанопроволоки из Bi_2Se_3 и Bi постоянного и переменного сечения; микромостики из нанотонкого графита и графена в геометрии измерения эффекта Холла, в том числе с искусственными дефектами в виде единичных наноотверстий. На всех изготовленных структурах будут проведены измерения электросопротивления и эффекта Холла в магнитных полях до 21 Тл, в температурном диапазоне 0.3-300 К.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116060710160-5, 02.06.2016

РФФИ-16-33-50149 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА ФТОРИДА ГРАФЕНА НА ЕГО ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Флуоресценция ароматических и алифатических молекул и их производных в синей спектральной области особенно важна при создании дисплеев и светодиодов. Нанесение тонких пленок люминесцентных веществ обычно требует дорогостоящих вакуумных систем напыления, а использование более простых и дешевых техник, в основе которых лежит использование полимерных органических материалов, приводит к появлению люминесценции на больших длинах волн из-за более сильной локализации. Химически-модифицированный графен (ХМГ) также проявляет фотолюминесцентные свойства и зачастую не требует сложных процедур синтеза и приготовления образцов. Кроме того, пленки ХМГ могут быть легко нанесены на различные подложки и интегрированы в схемы углеродной электроники. Графен при этом является материнской структурой, на которой химически могут быть созданы флуоресцентные центры без потери структурной целостности. Фотолюминесценция (ФЛ) в таких системах происходит, благодаря рекомбинации электрон-дырочных пар, которые играют роль люминесцентных центров. Зависимость ширины запрещенной зоны от размера, формы и количества sp^2 доменов открывает возможность наблюдения фотолюминесценции с контролируемыми параметрами.

В настоящее время ХМГ являются перспективными кандидатами для создания оптоэлектронных устройств. Наиболее широкое применение получил оксид и восстановленный оксид графена, благодаря своей дешевизне и относительной легкости получения. Однако оксид графена имеет широкий набор функциональных групп, которые по-разному влияют на ФЛ свойства получаемого материала. Поэтому основные тенденции исследований направлены на поиск новых функциональных материалов. Среди них фторид графита/графена является перспективным материалом, поскольку фторирование базальной плоскости приводит к

образованию функциональных групп одного типа, более того, возможно получение материала с варьируемой в широком диапазоне запрещенной зоной, необходимого для большого числа приложений.

Представленный проект направлен на решение фундаментальной проблемы исследования влияния состава фторида графита на его оптические свойства.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А16-116020410225-8, 29.01.2016

ПРОЯВЛЕНИЕ РАЗМЕРНОГО ЭФФЕКТА НА ХИМИКО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ ФТОРИДОВ ГРАФЕНА

После открытия и исследования уникальных физических свойств графена создание многофункциональных гетероструктур на его основе и поиск новых слоистых низкоразмерных соединений считается одним из наиболее перспективных направлений современного материаловедения. Слоистые низкоразмерные фторграфеновые наноструктуры рассматриваются как одни из весьма перспективных кандидатов для этой роли.

Экспериментальные исследования показали, что уменьшение числа фторграфеновых слоев оказывает существенное влияние на химические свойства фторидов графена. Так, малослойные фториды графена теряют интеркаляционную способность, присущую объемным фторидам графита, существенно изменяется их термическая стабильность и появляется ряд других свойств. Теоретические исследования показывают, что размерный эффект может значительно влиять на состав, химические и физические свойства фторграфеновых наноструктур.

Проект имеет целью изучить влияние размерного эффекта (число фторграфеновых слоев) на электронную структуру фторграфеновых материалов и на химические и физические свойства. В ходе выполнения проекта планируется провести синтез фторидов графена с различным числом фторграфеновых слоев в стопке (от 1 до 10 слоев). С помощью физико-химических исследований и теоретических расчетов будет определен механизм влияния уменьшения числа слоев на химические свойства и электронную структуру фторидов графена. Планируется синтез многослойных квантовых точек на основе функционализированных фторидов графена и наноструктур на основе малослойных фторидов графена с использованием физического и химического воздействия.

Результаты исследования имеют практическое и теоретическое значение для изготовления новых многофункциональных наноматериалов.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117072510069-5, 12.07.2017

ЭФФЕКТЫ ИНТЕРФЕЙСНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР С ЩЕЛОЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В настоящее время в коммерческих литий ионных акуммуляторах в качестве анода используют графит, и удельная емкость составляет 372 мАч/г. Развитие методов синтеза наноразмерных форм углерода, обладающих высокой электрической проводимостью и большой площадью поверхности, привело к увеличению электрохимической емкости и скорости заряда-разряда электродов на их основе по сравнению с графитом. Емкость аккумулятора напрямую зависит от стехиометрии LiC_x углеродного электрода, которая определяется способностью ионов лития проникать в объем углеродного материала. Увеличение емкостных характеристик катодов из углеродных наноматериалов связано с высокой способностью ионов лития накапливаться в наноразмерных структурах, что связано с разупорядочением графитовой структуры, наличием структурных дефектов и функциональных групп. Углеродные наноструктуры различной морфологии (слои графена, замкнутых форм углеродных нанотрубок и фуллеренов, разупорядоченного мезопористого углерода), с различным количеством дефектов, а также легированые азотом и кислородсодержащими группами обладают различной способностью накапливать литий. Кроме стехиометрии LiC_x, вышеописанные структурные параметры показывают существенное влияние на взаимодействие электрода с электролитом, электрохимический литий-углеродный интерфейс, влияют на локализацию ионов лития и передаваемого заряда, величину барьера Шотки. Интерфейсные взаимодействия являются ключевым фактором, определяющим удельную энергию аккумулятора.

Данный проект направлен на исследование интерфейсных взаимодействий, состава, электронного и пространственного строения различных форм углеродных наноразмерных материалов после интеркаляции и деинтеркаляции ионами щелочных металлов.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117052210051-5, 04.05.2017

МЕХАНИКА ГРАДИЕНТНЫХ КОНТИНУУМОВ С КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ МИКРОСТРУКТУРОЙ: ОТ ДИСКРЕТНО-АТОМИСТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕРМОУПРУГИХ СВОЙСТВ И МОДУЛЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА ДО ПРИЛОЖЕНИЙ

В работе развивается дискретно-атомистический подход к прогнозированию в широком диапазоне температур параметров градиентных континуумов с кристаллической микроструктурой (решетки металлов, графен, графит, однофазные и двухфазные материалы), недоступных прямому экспериментальному определению.

Рассматриваются варианты одно- и многопараметрических градиентных моделей деформирования сплошной среды. Для расчета упругих модулей второго порядка однофазных материалов, связанных с введением дополнительной степени свободы, описываемой тензором кривизны-кручения, на равновесную конфигурацию образца накладываются искажения, приводящие к конфигурации с материальными линиями постоянной кривизны и кручения. Из сопоставления плотностей энергии при деформировании дискретной системы атомов и градиентного континуума вычисляются упругие модули второго порядка. Для двухфазных материалов в одно -, двух- и трехмерном случаях с помощью дискретно- атомистического подхода определяются эффективные упругие модули и по сравнению с решением

для однопараметрического градиентного континуума вычисляется масштабный параметр.

Для расчетов свойств металлических материалов используется модификация метода погруженного атома, для графена и графита – четырехчастичный потенциал, учитывающий строение sp^2-гибридизированной оболочки атома углерода. Идентификация параметров потенциалов проводится по известным экспериментальным значениям упругих модулей первого порядка. В качестве приложений рассматриваются аналитические и численные решения задач о толстостенных слоистых цилиндрах (фазы металлграфит) с найденными эффективными упругими свойствами, необходимые для оценки прочности и живучести уплотнительных колец из терморасширенного графита со слоями металлической фольги, используемых в аэрокосмическом, энергетическом и нефтехимическом кластерах Пермского края.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117040510020-5, 22.03.2017

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ ПОРОШКОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ Co, Ni, W И Mo, И ГРАФЕНА

Проект относится к физике твердого тела и нанотехнологиям. Он направлен на исследования композитных порошков, состоящих из наночастиц оксидов металлов Co, Ni, W и Mo или гибридных (типа «оксид металла/Si – графен») наночастиц.

Целью исследования является синтез и характеризация графена, не содержащего кислородных форм, и композитных наночастиц на основе оксидов Co, Mo, Ni, W или Si и графена. Для достижения поставленной цели предложено использовать сочетание золь-гель синтеза и ультразвуковой эксфолиации графеновых листов с поверхности синтетического графита в водно-органических коллоидах. В таких условиях графеновые листы оказываются защищенными от появления оксида графена.

В ходе выполнения работы будет исследована возможность получения графеновых наноразмерных покрытий на поверхности наночастиц оксидов перечисленных выше металлов и установлен характер взаимодействия листов графена с поверхностью кристаллитов оксидов металлов в составе гибридных наночастиц. Это позволит предложить механизм формирования систем «металл-оксид – графен» из смешанных водно-органических золей. Данные исследования в дальнейшем могут быть использованы для разработки наносистем «SiO_2-графен». Все синтезированные системы являются высоковостребованными исходными материалами для создания новых функциональных материалов, необходимых при изготовлении малоразмерных электронных устройств, твердых электролитов, магниторезистивных, магнитотранспортных и кислород-транспортных материалов, (фото) катализаторов для нефтехимии и защиты окружающей среды, анодов для Li-батарей, суперконденсаторов, транзисторов, солнечных батарей, сенсорных материалов, топливных элементов, электрохромных устройств.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СВЕРХТВЕРДЫХ И НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

№ АААА-А18-118110690090-2, 06.11.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САМООРГАНИЗАЦИИ, ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ГИБРИДНЫХ ПОЛИМЕР-НАНОУГЛЕРОДНЫХ СИСТЕМАХ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЭФФЕКТАМИ МИГРАЦИИ НАПОЛНИТЕЛЯ НА МЕЖФАЗНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

В данной работе, на примере ряда модельных практически важных полимерных матриц (политетрафторэтилен, полиэтилен, полипропилен, полиамид-6) и ряда модельных хорошо охарактеризованных типов углеродных наполнителей (графен, высокодисперсный графит, нанотрубки, глобулярный углерод, наноалмазы детонационного синтеза) с использованием экспериментальных методов и методов математического моделирования будет изучена кинетика миграции наполнителей на межфазные интерфейсы различных типов (полимер-воздух, полимер-диэлектрик, полимер-металл, полимер-полимер) и исследовано влияние температуры и вязкости среды, взаимодействия матричного полимера с поверхностью проводящего наполнителя, структуры межфазных границ наночастица-полимер, наложения фазовых переходов в полимерной матрице на кинетику миграции наполнителя к интерфейсу, физико-механические и структурные характеристики модельных бикомпонентных гибридных полимер-углеродных систем в объеме материала и на его поверхности.

Результаты работы позволят сформулировать общие принципы управления размещением наноуглеродного наполнителя на межфазном интерфейсе и могут быть использованы для создания новых типов полимерных композиционных материалов с градиентным по концентрации распределением наполнителя в объеме материала, которые имеют ряд важных практических применений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИМ. Н.С. ЕНИКОЛОПОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118011690174-9, 15.01.2018

НЕЛОКАЛЬНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ТЕПЛОВОГО РЕЗЕРВУАРА И НАНООБЪЕКТА

При разработке новых технологий и создании современных устройств микроэлектроники, содержащих нано размерные элементы, существенное значение имеет умение адекватно предсказать тепловые нагрузки, испытываемые этими элементами во время их работы. Известно, что на наномасштабах процессы теплопереноса не могут быть описаны в рамках классической термодинамики неравновесных процессов и требуется специальные модели, учитывающие отклонение процесса от пространственно локальных условий.

В данном проекте предлагается использовать метод дискретных переменных для построения нелокальной теории теплопроводности способной описывать процессы передачи энергии на нано масштабах с учетом как диффузионной, так и баллистической составляющей. Преимуществом данного подхода является возможность представить результаты в относительно простом аналитическом виде, дающим возможность их практического применения для описания процессов теплопереноса в наноразмерных элементах в широком диапазоне управляющих параметров,

необходимых при разработке новых технологий и устройств микроэлектроники на основе наноструктур (графит, графен и т.п.).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛОГИИ ИМЕНИ АК. Д.С. КОРЖИНСКОГО РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119011090049-5, 21.12.2018

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФТОРИРОВАННОГО ГРАФИТА: ЭФФЕКТЫ СОСТАВА МАТРИЦЫ И ВНЕДРЕННОГО КОМПОНЕНТА

Фтор является идеальным элементом для создания sp^3-гибридизованных областей на sp^2 листах графена. Малый атомный размер и самая высокая электроотрицательность этого химического элемента позволяют образовать большое число ковалентных связей, сопровождаемое сильным локальным искажением графеновой сетки вокруг C-F групп. В результате нарушается целостность сопряженной π-системы графена и появляется энергетическая щель, величина которой зависит от количества присоединившегося фтора и мотива его распределения на плоскости. Фторирование графита приводит к увеличению расстояния между слоями, что открывает возможность внедрения в пространство между ними различных молекул. Взаимодействие молекул-гостей с фторграфитовой матрицей является дополнительным способом изменения оптических свойств соединения за счет перераспределения электронной плотности между компонентами.

В настоящем проекте предлагается исследовать оптические свойства соединений фторированного графита с различными внедренными молекулами в зависимости от стехиометрического состава матрицы и типа гостя. Проект будет выполняться по направлениям: «химия новых неорганических функциональных материалов», «физическая химия», «оптика» и «квантовая химия». Соединения будут получены с использованием оригинальных методик, разработанных в ИНХ СО РАН, которых позволяют фторировать графит при пониженных температурах до предельного состава C_2F и внедрять в межслоевое пространство различные полярные и неполярные молекулы вплоть до размера молекулы фуллерена C60. В проекте делается акцент на матрицах состава C_2F_x с $0.5 \le x \le 1$, которые являются прозрачными в видимом диапазоне и могут менять цвет от синего до коричневого. Оптические свойства пустых матриц и матриц с гостями будут исследованы методами оптической спектроскопии поглощении, фотолюминесценции и спектроскопии комбинационного рассеяния света. Интерпретация экспериментальных данных будет проводиться по результатам квантово-химических расчетов модельных структур с использованием нестационарной теории функционала плотности.

В проекте планируется изучить люминесцентные свойства соединений фторированного графита, диссипацию энергии возбужденного состояния, приводящую к тушению люминесценции гостя, термохромные свойства и эффект иридисценции.

Результаты исследования могут являться основой для разработки люминесцентных, в том числе термохромных, кристаллов и покрытий, оптических элементов памяти и хемосенсоров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120012190160-9, 16.01.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРХНИЗКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И ПОЛИСТИРОЛА

Проект направлен на исследование формирующейся в результате синтеза структуры углеродных соединений в полимерных композитах, которая приводит к возникновению низкого сопротивления. Будут получены полимерные композиты, как на основе полистирола, так и полиметилметакрилата с включениями многослойного восстановленного оксида графена (ВОГ) и высокоориентированного пиролитического графита (ВОПГ); определено сопротивление таких материалов с помощью вольтамперных характеристик двухзондовым и четырехзондовым методом. Малоугловое рассеяние поляризованных нейтронов и измерение захвата магнитного поля с помощью вибрационного магнитометра позволят определить наличие и локализацию сверхпроводящих областей в углеродных включениях.

Изучение установленных зависимостей проводимости композитов от их структурной организации позволит получить новые фундаментальные знания о природе возникновения сверхпроводимости в структурах ВОГ и ВОПГ, введённых в полимерную матрицу при механическом смешении и в процессе радикальной полимеризации. Поскольку полученные ранее значения сопротивления оказались ниже сопротивления металлов на 2–3 порядка, планируется провести сравнительный анализ экспериментальных результатов с известными теоретическими моделями высокотемпературной сверхпроводимости.

В результате выполнения научного исследования будут получены новые данные о влиянии «дефектов» в структуре графена на возникновение в нем и подобных ему углеродных структурах (алломорфах) высокопроводящего состояния.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120022090041-1, 11.02.2020

МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРА СЛОЖНООРГАНИЗОВАННЫХ МАКРОМОЛЕКУЛ

Разработка высокоэффективных методов направленного синтеза новых гребнеобразных и звездообразных полимеров на основе полиимидов и сложных полиэфиров с привитыми (производные метакриловой кислоты, полилактид, поликапролактон, полиоксазолины) цепями, определяющими функциональные свойства (pH и термочувствительность, биосовместимость и биоразлагаемость) сополимеров. Изучение молекулярных характеристик и физико-химических свойств указанных сополимерных структур с целью формулирования условий для получения материалов с заданными свойствами. Создание и изучение свойств термостойких полимерных адгезивов и фоторезистов на основе поли-о-гидрокси- и меркаптоамидов с различными мостиковыми фрагментами. Разработка методов синтеза наноструктурированных композиционных материалов на основе полианилина и полипиррола с аллотропическими формами углерода (графит, графен, нанотрубки), имеющих структуру типа «ядро-оболочка» с целенаправленным варьированием структуры наночастиц. Определение морфологии, спектральных, электропроводящих и

окислительно-восстановительных свойств композиционных материалов. Оценка возможности практического использования композитов в гетерогенном катализе, энергосберегающих и сенсорных устройствах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120022190050-2, 19.02.2020

ЛОКАЛЬНО-НЕРАВНОВЕСНЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В НАНОПЛЕНКАХ

При разработке новых технологий и создании современных устройств микроэлектроники, содержащих наноразмерные элементы, существенное значение имеет умение адекватно предсказать тепловые нагрузки, испытываемые этими элементами во время работы. На наномасштабах процессы теплопереноса протекают в локально неравновесных условиях и не могут быть описаны в рамках классической термодинамики. Для изучения таких экстремальных процессов требуются специальные методы, не опирающиеся на принцип локального равновесия.

В данном проекте предлагается использовать комплексный подход для изучения процессов теплопроводности в нанопленках, включающий в себя теоретические исследования на основе современной версии локально-неравновесной термодинамики, молекулярной динамики (МД), метода Монте Карло (МК) и экспериментальные исследования теплопроводности Si и SiC нанопленок.

Такой комплексный подход позволить получить новые фундаментальные знания о процессах теплопереноса в нанопленках и других нанообъектах, протекающих в сильнонеравновесных условиях. Кроме того, данный подход позволит дать научно-обоснованные рекомендации по оценке наиболее эффективных и безопасных условий эксплуатации элементов современной микроэлектроники на основе наноструктурированных материалов (графит, графен и т.п.).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121120100107-0, 27.11.2021

МЕХАНИКА ОБЪЕМНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОКЕРАМИК И КЕРАМИЧЕСКИХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Описанная в этой работе последовательность технологических операций позволила получить целый набор нанокомпозитных керамик на основе матриц разного состава, в которых удалось равномерно диспергировать до 5 об. процентов графена в виде приблизительно параллельных пластин, состоящих в среднем из 6 слоев графена, что улучшает трибологические и механические свойства керамик.

Изучение механического поведения новых керамических материалов будет проводиться комплексно, с единых позиций теории дефектов, объединяя разработку и анализ теоретических моделей и двухуровневое компьютерное моделирование, включающее в себя построение атомных моделей методом молекулярной динамики и континуальных наномасштабных моделей упругого и упругопластичного поведения материала методом конечных элементов. Впервые проведение таких комплексных теоретических исследований будет тесно увязываться с режимами получения образцов изучаемых материалов и с результатами их структурных исследований и механических испытаний. В случае монолитных нанокерамик эта информация будет получена из имеющихся литературных источников [A. Bokov et al., J. Eur. Ceram. Soc. 38 (2018) 4260]. В случае синтезированных самостоятельно нанокомпозитов «YSZ-керамика-графен» – из результатов собственных экспериментальных исследований методами дифференциальной сканирующей калориметрии, рентгенофазового анализа, электронной микроскопии и рамановской спектроскопии. Эти нанокомпозиты будут также исследованы методом спектроскопии импеданса и, на основе полученных годографов импеданса, будет построена модель соотношения зеренной и межзеренной проводимости. Механические свойства образцов будут определяться в ходе испытаний на микротвердость.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122032800201-3, 18.03.2022

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ДИРАКОВСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ

Настоящий проект посвящен экспериментальным и теоретическим исследованиям поверхностных и краевых состояний дираковских фермионов в наноперфорированном графене, нанотонком графите и селениде висмута, с одной стороны, а также теоретическим исследованиям плазмонов в двумерных электронных системах, с другой.

Планируются исследования по следующим направлениям: поиск резонансного фотоотклика в наноперфорированном графене и нанотонком графите; исследование обнаруженной ранее (при выполнении предыдущего проекта) периодической структуры на поверхности графена; отработка и совершенствование технологии переноса перфорированного графена или нанотонкого графита на подложку из нитрида бора; исследование магнитотранспорта в нанопроволоках Bi_2Se_3; теоретические задачи, связанные с конфайнментом и возбуждением плазмонов под узким металлическим затвором в виде полосы или решётки; анализ резонансного поглощения электромагнитных волн плазменными колебаниями в ограниченных двумерных системах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118062090063-4, 27.10.2022

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ВОЛНОВЕДУЩИХ СТРУКТУР, СОДЕРЖАЩИХ СЛОИ ГРАФЕНА

Исследование направлено на решение актуальной задачи компенсации омических потерь, возникающих при распространении поверхностной электромагнитной волны (ПЭМВ) вдоль границы со средой, имеющей отрицательную диэлектрическую проницаемость (ДП). Отрицательная ДП всегда приводит к комплексному показателю преломления и, как следствие, значительному поглощению в центральном слое волновода. Длина пробега ПЭМВ в такой структуре является крайне малой величиной и не превышает несколько десятков длин волн, вводимых в структуру. Данное обстоятельство накладывает существенные ограничения на применение ПЭМВ в устройствах оптоэлектроники, а вопрос компенсации потерь становится ключевым. Один из видов компенсации

потерь поверхностных волн основан на использовании дрейфовых токов, подводимых в структуру от внешнего источника накачки. При этом необходимым условием является равенство скорости волны дрейфового тока фазовой скорости ПЭМВ. С этой точки зрения, перспективными объектами для исследований могут быть структуры, помещенные между обкладками из графена. Наличие графена на обоих границах пленки приводит к дополнительному снижению фазовой скорости волны в 2-3 раза по сравнению с волноводом без графеновых обкладок.

Настоящий проект посвящен исследованию дисперсионных особенностей тонкопленочных волноведущих структур, содержащих слои графена. В процессе реализации проекта исследуются особенности распространения ПЭМВ в симметричных и несимметричных структурах «диэлектрик-графен-полупроводник-графен-диэлектрик» с учетом дисперсии полупроводника и диссипаций в графене и полупроводнике, а также возможность усиления ПЭМВ при их взаимодействии с дрейфовым током в объеме полупроводника.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120090390006-6, 12.07.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ТЕРАГЕРЦОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

С каждым годом интерес к исследованию терагерцового диапазона неуклонно растет, что предрекает широкое использование в скором времени терагерцовых волн в телекоммуникационных системах, медицине, системах безопасности, искусствоведении. Для решения этих задач требуется разработать новые функциональные композиционные материалы, наиболее перспективной основой для которых являются углеродные наностубки, графен, углерод луковичной структуры и нановолокна. Для целенаправленного получения материалов с заданными свойствами в терагерцовом диапазоне необходимо выявить зависимость между требуемым поверхностным распределением электромагнитных параметров и основными физическими характеристиками композита: видом и структурными особенностями частиц активной фазы, их концентрацией, способом изготовления композита, его неоднородности.

Новизна исследования заключается в получении экспериментальных данных об поверхностном распределении электромагнитных характеристик композиционных материалов перспективных для применения в терагерцовой технике. В процессе реализации проекта планируется получить функциональные связи поверхностного распределения электромагнитного отклика от концентрации, локализации многостенных углеродных нанотрубок, времени ультразвуковой обработки, размера частиц сегнетоэлектрика; от частоты электромагнитного излучения, вида и размера неоднородности в кристаллах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119112890025-5, 02.12.2022

ВАРЬИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ УЗКИХ НАНОПОЛОС ГРАФЕНА ПУТЕМ КОНТРОЛИРУЕМОЙ МОДИФИКАЦИИ СТРУКТУРЫ КРАЕВ

Нанополосы графена (НПГ) – новый наноматериал в семействе графеноподобных материалов. Они представляют собой полоски графена толщиной 1 атомный слой и шириной порядка 1-100 нм. Графен обладает привлекательными электронными и оптическими свойствами: высокая мобильность носителей заряда, быстрая кинетика релаксаций возбуждений, высокая электрическая проводимость. Однако нулевая запрещенная зона графена приводит к ряду трудностей при использовании материала в наноэлектронике и оптоэлектронике. В то же время, в НПГ за счёт квантово-размерного эффекта может открываться запрещённая зона. Величина запрещенной зоны и другие особенности электронной структуры НПГ существенно зависят от ширины нанополосы и типа краев.

В данном проекте предлагается экспериментально исследовать влияние ширины и типа краев на оптические и электронные свойства НПГ. Для этого будут разработаны и оптимизированы новые методы формирования НПГ и новые методы модификации краев НПГ. НПГ с контролируемым на атомарном уровне регулярной структурой будут формироваться оригинальным методом на основе подхода «bottom-up». Для модификации структуры НПГ будут варьироваться тип молекул прекурсора, тип подложек, другие макроскопические параметры синтеза, а также будут применены различные методы пост-синтезной функционализации НПГ. Будут экспериментально выявлены спектральные особенности оптических и электронных свойств НПГ с модифицированными шириной и типом краев. Будет определено влияние контролируемой модификации структуры НПГ на их спектральные свойства.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А19-119101490030-7, 22.11.2022

КИНЕТИКА ЖИДКОФАЗНОЙ СДВИГОВОЙ ЭКСФОЛИАЦИИ ГРАФИТА В СИНТЕТИЧЕСКИХ МАСЛАХ

Графен, двухслойный графен и графеновые нанопластинки используются в различных отраслях промышленности, как самостоятельные материалы, так и в качестве модификаторов при получении новых конструкционных и функциональных материалов. Одним из перспективных направлений является модифицирование графеновыми нанопластинками синтетических масел и пластичныых смазок. Основными факторами, которые тормозят широкое промышленное использование этих наноматериалов являются: высокая себестоимость производства; отсутствие экологически чистых промышленных технологий.

Целью проекта является изучение кинетики процесса получения графеновых нанопластинок методом жидкофазной сдвиговой эксфолиации графита, что необходимо для перехода от лабораторных методик к промышленным технологиям. В основу исследований положена гипотеза о том, что если организовать процесс получения графеновых

нанопластинок непосредственно в одном из компонентов функционального или конструкционного материала, то обеспечивается максимально равномерное распределение графеновых структур по всему объему этого материала и минимизируется агломерация этих структур в процессе дальнейшего использования данного материала.

Новизна решения проблемы заключается в том, что при получении графеновых нанопластинок будут организованы только сдвиговые воздействия на частицы графита, что уменьшит вероятность образования дефектов их структуры и повысит качество готового продукта. Кроме этого, будет теоретически обосновано и экспериментально подтверждено критическое расстояние между нанопластинками в масляной суспензии, а, следовательно, и их предельная концентрация, при котором интенсивность процесса агломерации становится больше интенсивности образования новых нанопластинок и продолжение процесса эксфолиации становится не эффективным.

По окончанию проекта будут получены теоретически обоснованные и экспериментально подтвержденные основные закономерности процесса жидкофазной сдвиговой эксфолиации кристаллического графита в синтетическом масле и, на их основе, выработаны рекомендации для организации промышленного производства модифицированного графеновыми нанопластинками синтетического масла и пластичных смазок с повышенными, не менее чем в 1,5 раза, тибологическими характеристиками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118112390070-1, 17.10.2022

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ИНТЕРФЕЙСАХ С ГРАФЕНОМ

Благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам, графен и графеноподобные материалы в последнее время всё чаще используют для электрохимических приложений, однако влияние атомной и электронной структуры графена, его дефектного состава на его электрохимические свойства на настоящий момент практически не изучено.

Данный междисциплинарный проект, находящийся на стыке физики поверхности и электрохимии, посвящен исследованию влияния структурных особенностей и электронного строения графеновых электродов (роли подложки, структурных дефектов, кислородных функциональных групп, легирующих атомов) на такие электрохимические параметры, как интерфейсная емкость и скорость переноса электрона через интерфейс графен/электролит.

В проекте предполагается использовать модельные графеновые электроды на монокристаллических подложках, атомная и электронная структура которых будет охарактеризована методами фотоэмиссионной и КР-спектроскопии, фотоэлектронной дифракции, а также различными микроскопическими методами (СТМ, СЭМ, РЕЕМ). С помощью вольтамперометрических методов будет надежно установлено, какие структурные особенности графеновых материалов благоприятны для тех или иных электрохимических приложений, что будет способствовать более осознанному их дизайну и дальнейшему использованию в реальных электрохимических устройствах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122032400107-2, 22.03.2022

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ

В проекте предполагается экспериментально и теоретически развивать направление получения новых наноструктурированных материалов. Под наноструктурированием в данном проекте подразумевается локальное изменение структуры, а также механических, электрических и оптических свойств материала. В случае графена формирование в нем наноотверстий может приводить к открытию запрещённой зоны. Локальное и кратковременное выделения большого количества энергии в треках ионов высоких энергий позволит управлять результатом структурирования путём варьирования энергии в широком диапазоне, изменения толщины материала (или сочетания слоёв в случае гетероструктур) и теплопроводности плёнки (или подложки). Результатом будет существенно разная величина пор (от единиц до десятков нанометров) и степень реконструкции слоёв вплоть до полного замыкания оборванных связей между слоями (так называемые сварные структуры). Для вертикальных гетероструктур будет исследована возможность реконструкции оборванных связей между слоями из разных материалов. Ещё один ожидаемый результат связан с развитием методов получения из мультиграфена двумерных алмазоподобных плёнок, когда сочетание обучения и химической функционализации обеспечит переход от sp^2- к sp^3-гибридизации углеродных атомов и образованию связей между соседними слоями.

Таким образом, в данном проекте планируется создание и исследование материалов на основе наноструктурированного графена с возможностью управления их структурой и электрическими свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122122300032-6, 21.12.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ СЛОИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ АТОМАМИ МЕТАЛЛОВ

Проект направлен на теоретическое и экспериментальное решение отдельных задач, возникающих в физике микроструктурных систем при разработке новых материалов и технологий, а именно, задачи смачивания и растекания в малоразмерных системах с плоской и искривленной поверхностью раздела.

В рамках проекта с помощью приближения ТФ будет решаться задача теоретического обоснования изменения капиллярных и электронных свойств поверхности УМ после их интеркаляции. Также влияние интеркаляции атомами щелочных металлов на электронные свойства слоистых УМ будет исследовано методами комбинационного рассеяния света (по расщеплению G-пика) и ДУАП. С применением

теории функционала плотности и программ для квантово-химических расчетов, будет построена зависимость электронной зонной структуры высокоориентированного пиролитического графита (ВОПГ), двух- и многослойного графена от степени их интеркаляции. Будет предложена методика идентификации интеркалированных образцов, основанная на сравнении экспериментальных данных рамановской спектроскопии с результатами компьютерного моделирования динамических и электронных свойств УМ. С использованием двухзонного метода будут проведены эксперименты по интеркаляции слоистых УМ с целью их модификации (улучшения смачиваемости поверхности легкоплавкими металлами). Будет описан прецизионный метод определения концентрации интеркалята в образце.

В проекте будут реализованы эксперименты по нанесению микрокапель легкоплавкого металла (галлия) различного размера на поверхность интеркалированного ВОПГ, анализу элементного состава поверхности ВОПГ до и после интеркалирования атомами калия. Будут измерены краевые углы смачивания поверхности интеркалированного ВОПГ микрокаплями легкоплавких металлов. Предполагается получение данных о размерной зависимости краевого угла смачивания итеркалированного ВОПГ микрокаплями легкоплавких металлов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Х.М. БЕРБЕКОВА»

№ АААА-А20-120012790024-8, 18.10.2022

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХЛОРАЛЮМИНАТНОЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ 1-БУТИЛ-3-МЕТИЛ ИМИДАЗОЛИЙ ХЛОРИД И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЙ-ГРАФЕНОВОГО КОМПОЗИТА В ИССЛЕДУЕМОЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ

В настоящее время по всему миру ведутся исследования по разработке алюминий-ионного аккумулятора. Исследование физико-химических свойств низкотемпературных хлоралюминатных ионных жидкостей, используемых в алюминий-ионных аккумуляторах, является важной частью в создании высокопроизводительных вторичных источников питания.

Применение алюминий-графенового композита в качестве электрода вместо чистого алюминия в алюминий-ионном аккумуляторе может привести к увеличению электрохимической активности рабочего электрода, из-за формирования оксидной пленки всего в несколько нанометров на поверхности алюминий-графенового композита. Образование тонкой пленки непроводящего оксида алюминия может способствовать более легкой активации поверхности электрода.

По результатам работы будут определены составы наиболее производительных электролитов и выявлен эффект присутствия графена в алюминиевой матрице на электрохимическую активность композита.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119121090118-4, 26.05.2022

СТРОЕНИЕ, ЭЛЕКТРОННАЯ И СПИНОВАЯ СТРУКТУРА КВАЗИДВУМЕРНЫХ СИСТЕМ СО СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ, ОБМЕННЫМ И КОНДО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Проект предлагает методичное исследование свойств двумерных электронных состояний в твердотельных систематично подобранных системах на основе графена, дисульфида молибдена, а также квазидвумерных материалах с лантаноидами. Системы сконструированы таким образом, что в них изучаемые 2D электроны испытывают комплекс фундаментальных взаимодействий, таких как сильное спин-орбитальное взаимодействие при потере инверсии на поверхности (эффект Рашбы) в совокупности с эффектом Кондо и обменным взаимодействием РККИ типа. Более того, в предложенных материалах возможно изменять вклад того или иного эффекта. Экспериментальные исследования и теоретическое моделирование процессов, связанных с межэлектронными взаимодействиями в таких системах, являются одной из приоритетных и перспективных фундаментальных задач физики конденсированного состояния.

Глубокое понимание необычных явлений, вызванных совместным влиянием различных типов взаимодействий, создает перспективу для решения широкого круга прикладных задач, таких как разработка и создание функциональных материалов и наноструктур с заданными физико-химическими и электронными свойствами. Ожидаемые результаты могут иметь высокую значимость для реализации квантового аномального эффекта Холла в графене.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119050790084-8, 28.04.2022

ЛОКАЛЬНАЯ ФОТОХИМИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Объект исследования – графен и углеродные нанотрубки. Цель работы – выяснение механизмов и построение модели изменения химических и физических свойств двумерных (2D) и одномерных наноструктур при взаимодействии со сверхкоротким импульсным лазерным излучением и разработкой технологических основ локальной безмасочной модификации свойств 2D материалов при создании новых функциональных элементов электроники, фотоники, плазмоники и стрейнтроники.

В результате выполнения работы будут разработаны: физико-технологические основы паттернирования графена лазерными методами как на физическом, так и на химическом уровне при создании новых функциональных элементов и устройств наноэлеткроники: транзисторов, фотодетекторов, сенсоров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

№ АААА-А19-119091690103-0, 14.07.2022

ВЛИЯНИЕ АДСОРБЦИИ И ПРИМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА ЭПИТАКСИАЛЬНОГО ГРАФЕНА

Разработка эффективных способов манипуляции физико-химическими свойствами графена, в частности его электронной структурой, является одним из актуальных направлений современных исследований. Перспективными подходами для этих целей представляются легирование графена путем внедрения примесей и адсорбция атомов и молекул на его поверхность.

Основной мотивацией таких способов легирования является управление типом проводимости и концентрацией носителей без приложения внешнего поля. При изучении электронных свойств графена, легирование и адсорбция обычно рассматриваются как два независимых подхода. В предлагаемом исследовании объединяются эти два подхода и исследуется возможность эффективного управления различными легирующими примесями путём контролируемой адсорбции. Поскольку для изучения свойств примесей в графене необходимо иметь надежное понимание их атомной структуры, в проекте предлагается использование сразу нескольких новаторских экспериментальных подходов. Во-первых — это использование монокристаллических подложек с переменной периодичностью ступеней, плавное изменение кристаллической структуры которых позволит систематизировать результаты при прочих равных условиях синтеза и сделать выводы о механизме роста графена и формирования примесей. Во-вторых — это использование методологии угловой фотоэлектронной дифракции для изучения примесей в графене. Комбинирование данных подходов с методами изучения электронной структуры (DFT, ARPES) при исследовании адсорбции даст представление о влиянии адсорбатов на примеси в графене, включая тип, величину допирования и структуру примесных центров.

Полученные результаты расширят методологию в исследовании графена и поспособствуют дальнейшему развитию способов манипуляции его физико-химическими свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119051590023-6, 31.05.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ЭФФЕКТОВ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ МЕТОДАМИ КТП

Проект посвящен комплексу проблем, связанных с квантовыми эффектами в сильных (в основном, электромагнитных) полях, и объединенных общими непертурбативными методами решения и физикой предлагаемых приложений. Адекватной теорией для описания этих эффектов является квантовая электродинамика (КЭД) с сильным внешним электромагнитным полем. Будет сформулирован подход, позволяющий использовать квантовое кинетическое уравнение для задач КЭД с сильным постоянным неоднородным электрическим полем, заданным потенциалом ступенчатого типа. С его помощью исследуется проводимость вблизи точки Дирака для графена и подобных ему наноматериалов в различных низкочастотных полях.

Результаты, полученные аналитическим методом, будут сопоставлены с численными решениями и экспериментальными данными. Также на подвижность электронов в графене существенное влияние оказывают заряженные кулоновские примеси. Для корректного описания взаимодействия с сингулярным кулоновским потенциалом будет решена задача определения дираковского гамильтониана как самосопряженного оператора. Планируется получить систему обобщенных кинетических уравнений, включающую описание эволюции фотонной подсистемы, рассмотреть с ее помощью излучение из фокусного пятна встречных лазерных пучков и предложить метод удаленной диагностики электрон-позитронной плазмы, порождаемой из вакуума. Планируется изучение киральных магнитных явлений в присутствии неоднородного электрослабого вещества с характеристиками, зависящими от времени.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120081490035-3, 29.06.2022

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОСТРАТНОГО ГРАФЕНА С БЕСПОРЯДКОМ ВО ВНЕШНЕМ ПОЛЕ

Основной задачей проекта является установление взаимосвязи «структура-свойства» биграфена и определение закономерностей изменения физических свойств, таких как плотность электронных состояний, проводимость и теплопроводность.

Научная новизна поставленной задачи состоит в качественной и количественной оценке влияния структурного беспорядка, возникающего в процессе приготовления и последующей функционализации, на электронный транспорт в широком классе неупорядоченных наноматериалов, что продвинет понимание роли локализации электронов на химических связях и структурного ближнего порядка в формировании температурных особенностей электронных транспортных свойств турбостратного биграфена во внешнем поле. В частности, данное исследование позволит выявить оптимальные параметры для проектирования двумерных наноматериалов с требуемыми структурными и электронными свойствами, не прибегая к серии дорогостоящих экспериментов.

Возможность аналитически совместно учитывать величину внешнего поля, угол поворота слоев графена друг относительно друга, температуру, концентрацию примеси, а также тип дефектных комплексов поможет установить наиболее значимые факторы, влияющие на изменение электронных транспортных свойств и характеристик в турбостратном биграфене с беспорядком.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122051600013-5, 16.05.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ МЕХАНОАКТИВАЦИИ И ФЛОТАЦИИ ГРАФИТСОДЕРЖАЩИХ ПЫЛЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Графит имеет широкую область применения в России (металлургическое использование, огнеупорные материалы, электрические машины и установки, в химической, горнодобывающей промышленности), которая сегодня значительно расширяется за счет использования производного графита - графена для создания композитных материалов и использования в стратегических областях промышленности.

Разведанные месторождения графита имеются на Дальнем Востоке, в Сибири, Карелии, Якутии. Между тем, Россия испытывает серьезный дефицит графита. Наиболее дефицитным является крупночешуйчатый графит. Ежегодные потребности в кристаллическом графите лишь примерно на 1/3 обеспечиваются собственной сырьевой базой.

Сырьевая база чешуйчатого кристаллического графита в нашей стране базируется только в двух регионах - Челябинской и Еврейской автономной областях. В Челябинской области природный графит добывается на Тайгинском месторождении (промышленная графитизация которого не подтвердилась в ходе эксплуатационной разведки) и производится искусственный графит из углеродистого сырья, преимущественно кокса. Потребности в графите растут и, как было отмечено на круглом столе в Совете Федерации для самодостаточной углеграфитовой отрасли в России необходимо наличие собственного производства игольчатого кокса, которой пока нет и не будет в ближайшей перспективе.

В этих условиях кроме ввода в эксплуатацию новых графитовых месторождений в качестве необходимых мер для получения дополнительного высококачественного графита является совершенствование и разработка технологий обогащения природного труднообогатимого графита Тайгинского месторождения и графитсодержащих техногенных пылей, которые являются побочным продуктом пирометаллургических процессов одной из ключевых областей промышленности Челябинской области – металлургии (Мечел, Магнитогорский металлургический комбинат): графитизированные пыли, спелевый или киш-графит. Этот искусственный материал может быть источником крупночешуйчатого графита, который является уникальным материалом для получения композитов, вспученного, интеркалированного графита, сорбента нефтепродуктов и графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г.И. НОСОВА»

№ АААА-А20-120031990034-6, 18.04.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРСИРОВАННЫХ И ТЯЖЕЛЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЗАРЯДА И РАЗРЯДА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И РЕСУРСА ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

В настоящее время причины деградации функциональных материалов литиевого аккумулятора (катодного, анодного материалов и электролита) при работе в тяжелых режимах недостаточно изучены. Для понимания процессов, происходящих в материалах аккумулятора при тяжелых и форсированных нагрузочных режимах необходимо решить ряд фундаментальных задач, связанных с пониманием механизма влияния пиковых токовых нагрузок и режима зарядно-разрядных циклов на электрохимические и другие физико-химические процессы, протекающие в электродных материалах и в электролите.

Целью проекта является исследование влияния тяжелых режимов заряда и разряда на деградацию катодного и анодного материалов литий-ионных аккумуляторов LFP при использовании соединения $LiFePO_4$ в качестве базового катодного материала и графита в качестве анодного материала.

В результате исследований, проведенных в рамках проекта, будут получены следующие основные результаты: - выделены основные эксплуатационные факторы, определяющие деградацию литий-ионных аккумуляторов; - разработана методика испытаний аккумуляторов на специализированном стенде, имитирующем реальные эксплуатационные режимы; - предложена модель процесса деградации материалов литий-ионных аккумуляторов; - создана обобщенная модель, описывающая зависимость степени деградации материала от режима нагрузки; - выработаны практические рекомендации по применению аккумуляторных батарей на электротранспортных средствах с учетом их деградации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119012990031-8, 20.04.2022

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФИТА

Оксид графита (ОГ) является перспективным материалом для изготовления механически прочных мембран для фильтрации и разделения газов и жидкостей. В настоящем проекте предлагается выполнить комплексное экспериментальное исследование макроскопических свойств (сорбция, набухание, фазовые переходы) для ряда слоистых структур на основе различных типов оксида графита и различных полярных жидкостей.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ 116020110011, 28.01.2016

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОСЛОЙНЫХ НАНОСТРУКТУР И ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И НИТРИДА БОРА

Основная цель – исследование теоретическими методами электронных и оптических свойств новых перспективных материалов наноэлектроники и фотоники: однослойного черного фосфора, графена и гетероструктур на основе графена и нитрида бора. Предполагается изучить электронную структуру и линейные оптические свойства однослойного черного фосфора, нелинейные оптические свойства третьего порядка допированного электронами графена, магнитные, транспортные и оптические свойства графеновых колец, а также энергетические спектры носителей заряда в графеновых сверхрешетках и их транспортные и оптические свойства.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

№ АААА-А16-116111610211-4, 01.11.2016

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ТРЕХМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ ГРАФЕНА И (СО) ПОЛИМЕРОВ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

В последние годы, особенно после известных работ Новоселова и Гейма, исследования в области синтеза и свойств графена стали одной из самых широко обсуждаемых и быстро развивающихся тем в химии, физике и биомедицине, поскольку еще первые эксперименты с механически отщепленным графеном показали его необычную электронную структуру, высочайшую подвижность носителей заряда при комнатной температуре. Кроме того, для графена характерна большая механическая прочность, гибкость, прекрасная теплопроводность, биосовместимость. Подобные свойства определили высокий потенциал графена, он рассматривается как возможная основа будущей нано- и биоэлектроники и может использоваться в качестве прозрачного электрода в жидкокристаллических дисплеях, солнечных батареях, конденсаторах, биосенсорах и других устройствах. Графен является интересным материалом еще для одной области – в качестве компонента в полимерных и неорганических композиционных материалах: благодаря присутствию графенового наполнителя, матрица приобретает повышенные характеристики по прочности, жесткости, электро- или теплопроводности. Такой широкий спектр возможных применений графена выдвигает на первый план работы по синтезу графеновых материалов различного типа.

В настоящий момент основная часть производимого графена идет на научные исследования, масштабное производство графеновых материалов только начинается. Поэтому работы в области синтеза графеновых материалов и их композитов, в том числе с (со)полимерами молочной кислоты ((со)полилактидами), несомненно, являются актуальной и важной задачей. Подобные композиты могут успешно применяться для получения электропроводящих волокон и пленок, тензорезистивных датчиков, биосенсоров, матриц-носителей катализаторов, систем доставки лекарственных средств, биодеградируемых упаковочных материалов с повышенной прочностью и т.д. Кроме того, композиционные материалы на основе (со)полилактидов и графена перспективны для разработки нейротрансплантатов при травме спинного мозга.

Применение проводящих трехмерных структур заданной архитектоники, как правило, получаемых методами 3D-печати, в случае нарушения проведения спинного мозга может быть одним из факторов стимулирующих регенерацию отростков, так как сохраняется минимальная электропроводимость, то есть стимуляция отрофирующихся аксонов, что может рассматриваться, как основной фактор восстановления проводимости. Также создание проводящих полимерных материалов и интеграция проводящих участков в структуру сложного трехмерного скаффолда может не только позволить изучить функциональную структуру трехмерных нейронных сетей, но и исследовать процессы обработки и передачи информации, способность к обучению на уровне сети, изучить реорганизацию сетевой активности при действии внешних факторов и т.д.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БУРЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДОРЖИ БАНЗАРОВА»

№ АААА-А16-116052050026-4, 12.05.2016

ИСТОЧНИКИ ТЕРАГЕРЦОВОГО И ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Проект нацелен на теоретическое и экспериментальное исследование принципов генерации когерентного излучения в ван-дер-ваальсовых гетероструктурах, состоящих из слоев графена и полупроводниковых материалов со схожей кристаллической структурой. В результате проекта будут разработаны конструкции квантовых каскадных и инжекционных лазеров терагерцового и дальнего инфракрасного диапазона на основе графена и слоистых диэлектрических материалов. Ожидается, что благодаря особенностям электронной и фононной зонной структуры графена разрабатываемые лазеры будут работать при комнатной температуре и обладать большей мощностью по сравнению аналогами на основе соединений AIIIBV.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 116012910005, 20.01.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕНА МЕТОДАМИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ В РЕШЕТОЧНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ

Графен представляет собой двумерный материал со сложной и многообразной физикой. Его теоретическое описание с помощью методов физики конденсированного состояния затруднено из-за высокой роли многоэлектронных эффектов, как и затруднено применение пертурбутивных методов квантовой теории поля из-за большой константы связи. Таким образом, наиболее эффективным методом исследования электронных свойств графена является основанный на первопринципах метод квантовой теории поля на решетке.

В данном проекте для исследования электронных свойств графена будет применен один из таких методов - прямое Монте-Карло моделирование модели сильной связи графена

с реалистичным потенциалом взаимодействия зарядов. В рамках проекта будет исследована перенормировка проводимости графена. Также планируется развитие модели с целью исследования физических величин при ненулевом химическом потенциале.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116051310065-5, 05.05.2016

ФАЗОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЗОМОРФНЫХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОЙ СИММЕТРИИ В СМЕСЯХ ТЕРМОТРОПНЫХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ И В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ НАНОУГЛЕРОДА

Объект проекта – жидкокристаллические фазы на основе углеродных и минеральных наночастиц, термотропные жидкие кристаллы. Цель проекта – получение и идентификация оптическими и спектральными методами многокомпонентных жидкокристаллических фаз различного типа и разной симметрии в водных и полимерных средах. Установление связи между типом, симметрией жидкокристаллической фазы, концентрацией компонентов, температурой и откликом ее электрооптических свойств на внешнее поле различной интенсивности. Область применения – защита от излучения и дисплейные технологии. Методология – экспериментальное и теоретическое описание поведения жидких кристаллов; подбор состава, получение и характеризация подсистем (суспензии углеродных нанотрубок, графена, минеральных частиц); получение и идентификация жидкокристаллических фаз разных типов; исследование оптических и электрооптических свойств полученных фаз; методы: коноскопия, рентгеновская дифракция, микроскопия, спектроскопия КР и оптического поглощения.

Задачи проекта: - изучить возможность приготовления биосных нематических фаз на основе смеси водных дисперсий ОУНТ и графенов, а также двуосных нематиков из минеральных частиц разной морфологии (стержней и пластин) как per se, так и допированных ОУНТ или графенами; - разработать режимы приготовления ЖК-композитов на основе термотропных нематиков с добавками холестериков в полимерных сетках и технологии заполнения подобными текстурами электрооптических ячеек; характеризация наноуглеродных суспензий и идентификация мезоморфных фаз на их основе; - определить поля устойчивости мезоморфных фаз в системах вышеназванных классов и определить характеристики фазовых превращений между ними.

Предполагаемые результаты проекта – отработка методов приготовления нематических дискоидных жидкокристаллических фаз на основе водных суспензий графенов с нековалентной функционализацией и отработка методов приготовления каламитных нематических жидкокристаллических фаз на основе водных, неводных и смешанных дисперсий ОУНТ, стабилизированных поверхностно-активными веществами и полимерами. Будут получены данные об электрооптических свойствах мезоморфных фаз на различных геометрических многообразиях полученных фазовых диаграмм: тип взаимодействия с внешним электромагнитным полем, время затемнения/просветления, контрастность и пропускание в отсутствии поля. На основе исследованных прототипных объектов будут суммированы методические принципы приготовления материалов для широкополосной защиты от интенсивного излучения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)»

№ АААА-А16-116051250030-2, 04.05.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ГРАФЕНОВЫМИ ПЛЕНКАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ИЗ ОКСИДА ГРАФИТА

Идеальный графен представляет собой монослой атомов углерода, объединенных в двухмерную гексагональную решетку. Двухмерная структура графена и высокая проводимость предполагают возможность его использования для создания слоистого материала, в котором проводящие слои отделены друг от друга диэлектрическим слоем заданной толщины. При этом вклад в формируемые характеристики материала будет давать каждый отдельный сформированный слой графена. Фундаментальной задачей проекта является исследование взаимодействия электромагнитного излучения СВЧ диапазона с пленкой графенового материала, сформированной на диэлектрической поверхности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116052750248-3, 23.05.2016

ПОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Цель научного исследования: получение новых знаний о физических процессах, определяющих поведение ряда конструкционных и функциональных материалов в экстремальных условиях, установление механизмов наблюдаемых явлений.

Задачи научного исследования: разработка физической модели таунсендовского разряда в газовой смеси при наличии на поверхности мишени тонкой диэлектрической пленки и оценка ее влияния на напряжение зажигания разряда при различных температурах газовой смеси. Определение условий и параметров, характеризующих сверхчистый графен; исследование процессов проявления и подавления аномальной сверхпроводимости реального (умеренно-чистого графена) с рекордными параметрами плотности электронов в слое и длины свободного пробега, доступными в современных экспериментах. Исследование структурных дефектов в кристаллах кремния, имплантированных протонами, и их эволюции в широком интервале температур. Исследование влияния сверхмощных (до 1012 Вт/см^2) плазменных импульсов на структуру и элементный состав ряда конструкционных материалов (вольфрама, сплавов на основе железа и на основе титана).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ АААА-А16-116080810018-6, 29.07.2016

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОРИСТОГО ГРАФЕНА В ОТНОШЕНИИ ГЕЛИЯ И УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СМЕСИ ГАЗОВ

Целью исследования является разработка математической модели взаимодействия компонент природной смеси газов с многослойными структурами пористого графена. Среди предлагаемых методов и подходов к решению поставленных задач можно выделить два подхода в описании наноразмерных объектов: дискретный подход и континуальный подход. В рамках исследования будут применены оба этих подхода. Дискретный дает возможность более точно смоделировать небольшие пластины пористого графена и их взаимодействие с молекулами газовой фазы, а континуальный подход позволяет, за счет интегрального описания воздействия, оказываемого всей пластиной, рассчитывать взаимодействие молекул газовой фазы и крупноразмерных углеродных пластин.

Первый этап работ – оценка современного уровня исследований в данной области, выявление тенденций в изучении пористого графена, а также их взаимодействия с различными объектами, такими как, например, молекулы газов. Анализ уже созданных подходов в описании взаимодействия наноразмерных объектов с молекулами газовой фазы, анализ деятельности зарубежных и отечественных коллективов и предложенных ими вариантов такого описания. После выявления современных позиций у различных групп исследователей будет показано место, которое занимают подход настоящего проекта.

Далее на втором этапе проводится разработка эффективных моделей проницаемости для однослойной и многослойных структур. На основе имеющихся и предложенных моделей предложен тот вариант описания физической модели, который будет описывать реально имеющее место взаимодействие графена с молекулами газа, с такой точностью моделирования, которая позволит сделать корректные с точки зрения современной физической науки выводы.

Третий этап – проведение численных экспериментов с применением различных подходов (дискретного и континуального) по моделированию взаимодействия между разряженными графеновыми пластинами различных размеров и молекулами нескольких типов газа (водород, гелий, метан), получение результатов, их анализ и описание.

Четвертый этап – выводы по результатам проекта.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116012750003-2, 13.01.2016

ТЕРАГЕРЦОВЫЙ ОТКЛИК ЛАТЕРАЛЬНОГО P-N ПЕРЕХОДА В ГРАФЕНЕ (ГРАФЕНОВЫЙ ФОТОДИОД)

Настоящий проект посвящен исследованию свойств p-n переходов в графене. Будет исследоваться отклик структур на воздействие терагерцового излучения. В качестве объектов исследования будут использоваться латеральные p-n переходы, изготовленные на поверхности графена, полученного методом сублимации на подложке SiC. В результате выполнения проекта предполагается изучить детально механизмы формирования фотоотклика таких систем, а также выяснить возможности использования графена для создания приемников терагерцового диапазона.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116061510086-7, 10.06.2016

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ, СОЧЕТАЮЩИЕ 2D ГРАФЕНОВУЮ НАНОСТРУКТУРУ С 3D АРХИТЕКТУРОЙ ТЕМПЛАТНОГО ПРЕКУРСОРА, ДЛЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Проект направлен на разработку и развитие темплатных способов получения наноструктурированных и нанопористых углеродсодержащих материалов с использованием 2D-наноразмерных архитектур на основе графена. В первый год проекта в качестве темплаты будет использована опаловая матрица, представляющая собой трёхмерную плотноупакованную систему монодисперсных шарообразных частиц (глобул) диоксида кремния. Углеродная наноструктура с решеткой инвертированного опала будет служить каркасом опалоподобной структуры, из которой удалены глобулы SiO_2. В результате образуется взаимосвязанная 3D-система микро-, мезо- и макропор в сочетании с большой площадью поверхности, которая обеспечит быстрый перенос ионов в объеме электродного материала и повысит способность к аккумулированию зарядов на его поверхности. Для синтеза 2D графеновой наноструктуры внутри 3D архитектуры темплатного прекурсора будет разработана новая методика с использованием прекурсоров с разными структурными мотивами их молекул, специальных «инициаторов» зарождения графена и др.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116021210219-6, 03.02.2016

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА, МАГНИТНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Проект посвящен комплексному теоретическому исследованию планарных гетероструктур типа нанографит/подложка, где в качестве нанографита выступает однослойный или многослойный графен или графеновая нанолента, а роль подложки играет монокристаллический диэлектрик или полупроводник. Проект предполагает изучение атомной и электронной структуры, магнитных свойств и транспорта носителей заряда в плоскости интерфейса указанных гетероструктур, а также изучение влияния на них внешних статических (электростатического и деформации) и меняющихся во времени полей с помощью различных зонных методов в рамках классической и нестационарной теории функционала электронной плотности.

В ходе реализации проекта будут решаться фундаментальные задачи современной физики наносистем, что позволит прогнозировать свойства перспективных графеновых гетероструктур для дальнейшего направленного

синтеза новых функциональных материалов наноэлектроники и спинтроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116021110092-6, 27.01.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СЕНСОРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Цель работы - исследование чувствительности графеновых структур к отдельным молекулам; изучение туннельных характеристик графена, полученного путем химического осаждения из газовой фазы, а также из оксида графена. Объект исследования – графеновые наноструктуры. Для исследования сенсорных характеристик рассматриваемых систем предлагается использовать методы статистической физики, квантовой теории, апробированные при исследовании туннельного тока на интерфейсе углеродных нанотрубок, электрофизических свойств искривленных графеновых нанолент. Для проведения экспериментальной проверки предполагается использовать хорошо апробированные методы получения графена путем химического осаждения из газовой фазы, а также из оксида графена. Данными методами можно получать однослойные и многослойные графеновые структуры с различной степенью дефектности.

Одной из особенностей графеновых структур является зависимость электрофизических свойств от морфологии материала и параметров внешней атмосферы. Адсорбированные на поверхности графеновых структур молекулы различных газов таких как O_2, CO, NO и др. могут изменять сопротивления материалов в несколько раз, благодаря чему на основе графена возможно создание высокочувствительных детекторов этих газов.

Проект направлен на разработку технологии создания детектора газов O_2, CO, NO C_xH_x на основе CVD или GO графена. Графеновые наноструктуры являются веществами с периодическим законом дисперсии, и, следовательно, для них можно ожидать эффектов, аналогичных эффектам в сильных полях для случая сверхрешеток. К таким эффектам относятся, например, наличие падающего участка на вольтамперной характеристике или наличие абсолютной отрицательной проводимости. Все эти обстоятельства позволяют предположить, что из-за эффектов, связанных с туннелированием электронов из углеродных наноструктур будут наблюдаться особенности, связанные с периодичностью спектра электронов, что особенно существенно для случая сильных внешних полей.

Предполагаемые результаты: - Будет проведено моделирование структуры и электронного строения графеновых систем в рамках модели эффективных гамильтонианов: - Выполнен расчет туннельного тока контакта «графен - металл» при различной степени дефектности графенового слоя и при функционализации графена азотом; - Построены вольт-амперные характеристики контактов, исследованы зависимости ВАХ от частоты; - Будут изучены туннельные характеристики графена, полученного путем химического осаждения из газовой фазы, а также терморасширенного графена; - Создание графеновых пленок, измерение их частотных вольт-амперных характеристик; - Экспериментальная проверка чувствительности ВАХ системы к адсорбируемым молекулам различных газов; - Сопоставление экспериментальных и теоретических данных; - Область применения результатов проекта: детектирование уровня выхлопных газов автотранспорта, датчики возгорания и задымленности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116052050037-0, 26.04.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ НАНЕСЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОБРАБОТКОЙ ИСТОЧНИКАМИ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ

Целью данного проекта является исследование и оптимизация ранее обнаруженного явления поверхностного упрочнения конструкционных материалов (металлов) в результате нанесения на поверхность углеродных наноструктур (фуллерены, углеродные нанотрубки, графен, наноструктурированная сажа) с последующей обработкой поверхности с помощью интенсивного источника энергии (электронный пучок, ионный пучок, лазер, статическая термическая обработка при повышенном давлении).

Планируется проведение экспериментов с использованием различных типов углеродных наноматериалов и источников энергии различного типа и интенсивности, в непрерывном и импульсном режиме. Планируемые эксперименты направлены, во-первых, на установление механизма модификации поверхности, ответственного за изменение механических характеристик материала, а во-вторых – на оптимизацию процедуры модификации, с тем чтобы определить оптимальные условия обработки поверхности, обеспечивающие максимальную степень упрочения поверхности. Результаты механических испытаний образцов различного типа, обработанных различными источниками энергии при различных режимах (статический, динамический), будут сравниваться между собой с целью оптимизации процедуры модификации поверхности.

Результаты исследования поверхности с помощью современных методов анализа поверхности твердых тел будут положены в основу физико-химической модели модификации поверхности. Массив экспериментальных данных, накопленный в процессе выполнения проекта, будет положен в основу создания автоматизированной базы данных, содержащей связь между условиями обработки образца, его физико-химическими характеристиками и поверхностными механическими характеристиками. Указанная база данных, являющаяся автоматизированным путеводителем по свойствам модифицированных материалов, представляет также самостоятельный технологический и коммерческий интерес.

В результате осуществления данной программы ожидается определение и оптимизация режимов получения новых износостойких материалов с повышенными высокими прочностными характеристиками, и построение модели превращения новой сверхтвердой фазы модифицированного металла, что может стать основой развития новых технологий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

№ АААА-А16-116011910341-8, 12.01.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО ГРАФЕНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СОРБИРОВАННЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ АТОМОВ, ТИПОВ КОНФИГУРАЦИИ В СЛОЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ ГРАФЕНА, СТЕПЕНИ ПОГРУЖЕННОСТИ ГРАФЕНОВОГО ЛИСТА В ПОДЛОЖКУ

Одним из наиболее активно развивающихся направлений современного материаловедения является исследование графена и материалов на его основе. В настоящее время важнейшим из перспективных применений графена и его производных является их использование в качестве компонентов электронных устройств нового типа и химических сенсоров. Это становится возможным в связи с тем, что графен характеризуется высокими подвижностью носителей заряда, теплопроводностью, электропроводностью и обладает другими удивительными физико-химическими свойствами. Экспериментальные исследования показывают, что определяющую роль в формировании особенностей поведения электронных свойств графена играет модификация структуры материала и природа внешних воздействий. Эти воздействия могут приводить к появлению (исчезновению) щели на уровне Ферми в плотности электронных состояний, которые будут оказывать сильное влияние на его электронные транспортные свойства – электропроводимость и электронная теплопроводность. Таким образом, графен может обладать как полупроводниковой, так и металлической типами проводимости. В связи с этим изучение плотности электронных состояний графена важно для понимания механизма электронных транспортных свойств данного материала.

Данный проект направлен на решение следующей задачи: установление закономерностей изменения электрофизических свойств эпитаксиального графена в результате изменения концентрации сорбированных и легированных атомов, типа их конфигурации в слое и на поверхности графена, а также степени погруженности графенового листа в подложку.

Для решения данной задачи планируется разработать двумерную теорию ближнего порядка для материала с гексагональной структурой, на основе которой с применением компьютерного моделирования станет возможен расчет параметра ближнего порядка для различных конфигураций и концентраций дефектов в структуре согласно экспериментальным данным. Далее с помощью теоретических расчетов методами квантовой теории поля (метод температурных функций Грина, квантово-механические уравнения движения) и современными методами расчета электронной структуры наноматериалов из первых принципов (метод функционала плотности) планируется получить электронную структуру и вклад в плотность электронных состояний эпитаксиального графена от многократного упругого рассеяния электронов на дефектах структуры графена, включающее в себя зависимости от концентрации и типа конфигураций примеси, степени погруженности графенового листа в подложку, температуры и др. На последнем этапе планируется провести сопоставление экспериментальных данных, имеющихся в литературе, и теоретических расчетов плотности электронных состояний эпитаксиального графена с различными концентрациями сорбированных и легированных атомов, типов их конфигурации в слое и на поверхности графена, а также степени погруженности графенового листа в подложку для разных значений температуры, с целью выявления физических закономерностей влияния каждого фактора на поведение плотности электронных состояний вблизи энергии Ферми.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116061750210-2, 14.06.2016

МОДИФИКАЦИЯ ОДНО-, ДВУХ- И ТРЕХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА АЗОТОМ И КИСЛОРОДОМ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ИНТЕРКАЛЯЦИЕЙ ЛИТИЕМ В УСЛОВИЯХ СВЕРХВЫСОКОГО ВАКУУМА

Основной целью проекта является экспериментальное и теоретическое изучение модельной системы «слоистый углеродный материал, модифицированный азот- и кислородсодержащими соединениями и интеркалированный атомами лития» в контролируемых условиях сверхвысокого вакуума на атомном уровне. Мотивацией исследования данной системы является практическая важность понимания процессов, происходящих в слоистом углеродном аноде в Li-ионных батареях и конденсаторах. Нахождение механизмов взаимодействий на атомном уровне должно позволить осознанно создавать энергоемкие и быстродействующие источники энергии.

В проекте предлагается создание моно-, би- и трехслойного графена на поверхности монокристалла Ni(111) и/или никелевой фольги методом термопрограммируемого синтеза, разработанного проекта и успешно примененного для создания монокристаллов квазисвободного монослойного графена, и изучение окисления графена в атмосфере молекулярного кислорода. Помимо этого, планируется разработка синтеза азотсодержащих графенов с разной степенью легирования азотом. Для этого будут использованы исходные азотсодержащие углеводороды (триазин, пиридин и другие). Все созданные системы – чистые азотированные и окисленные графены – будут подвергнуты интеркаляции литием. Основным экспериментальным методом исследования является сверхвысоковакуумная сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия в широком температурном интервале 5-300 К. Помимо этого будут задействованы электронная спектроскопия (электронная оже- и EELFS-спектроскопия) и термодесорбционная масс-спектрометрия. Атомные структуры и процессы на поверхности будут теоретически моделироваться с использованием теории функционала плотности и теории переходного состояния.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А16-116061750209-6, 14.06.2016

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ АТОМНОГО МАСШТАБА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КВАНТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (КУБИТОВ, КВАНТОВЫХ ПРОВОДОВ, ОДНОЭЛЕКТРОННЫХ ТРАНЗИСТОРОВ И ДР.) ИЗ ОТДЕЛЬНЫХ АТОМОВ 31P НА ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ 28SI(100) И ОТДЕЛЬНЫХ АТОМОВ 15N, 35CL В ГРАФЕНЕ 12C(0001) И МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАНТОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛУЧАЕМЫХ СТРУКТУР

Предлагается подход, который отличается от подходов, развиваемых в других лабораториях, а именно: для создания квантового устройства планируется использовать только сверхвысоковакуумные технологии, включающие в себя не только расстановку атомов примеси, но и «вскрытие» исходного пустого чипа, «подконтачивание» квантовых элементов к контактам чипа и «запечатывание» созданного устройства. Конкретно в данном проекте будет разработан необходимый набор технологических операций атомного масштаба на основе электронно-стимулированных химических реакций в зоне действия иглы СТМ, позволяющих создавать заданные топологии из отдельных атомов примеси на поверхности кремния в контролируемых условиях сверхвысокого вакуума (10E-10-10E-11 Торр). В качестве примеси в кремнии будет использован фосфор из адсорбированных молекул фосфина. Для создания моноатомной маски резиста будут использованы хемосорбированные слои водорода и хлора, для создания трехмерного рельефа будет использован молекулярный хлор в режиме локального низкотемпературного (T<100 К)) травления в зоне действия иглы СТМ. Также будет развита технология «низкотемпературного» (T<50 °C) удаления оксида кремния для «вскрытия» исходного кремниевого чипа, на котором планируется нанесение заданной атомной топологии. Помимо этого, будет развита сверхвысоковакуумная технология роста и локального легирования монокристаллов графена большой площади (1-3 см) с локализацией зоны легирования порядка 1 нм. В качестве источников атомов примеси в графене (N, Cl) будут использованы триазин (для азота), хлористый пропил и молекулярный хлор (для хлора). Работа будет проводиться на материалах с естественным изотопным составом: кремний 28,29,30Si(100) и графен12,13C(0001). Все эксперименты будут проводиться в условиях сверхвысокого вакуума с использованием семейства сканирующих туннельных микроскопов GPI CRYO GPI-300, разработанных участниками проекта, и других методов анализа и технологического воздействия.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А16-116020350091-8, 28.01.2016

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Фундаментальная научная проблема, на решение которой направлен проект – расширение научного знания об углеродных и неуглеродных двумерных наноматериалах, поиск новых устойчивых наноструктур, исследование условий их стабильности, электронных и магнитных свойств. Данная проблема возникла в результате огромного интереса к новым двумерным структурам в наступившей постграфеновой эре. Это связано, прежде всего, со сложностями применения графена в полупроводниковой электронике, что заставило исследователей обратить внимание на неуглеродные двумерные плёнки. Несмотря на значительные усилия в поиске двумерных структур с перспективными проводящими свойствами, текущий прогресс в этой области не позволяет говорить об обнаружении материалов, полностью удовлетворяющих потребностям современной науки и технологии.

Научными результатами предлагаемой работы будут являться завершённые исследования в области двумерных материалов, опубликованные в ведущих мировых журналах. Будет проведено исследование процесса образования алмазной плёнки при химическом присоединении различных атомов на поверхность многослойного графена. Будет изучен эффект расщепления сверхтонких плёнок, содержащих ионно-ковалентные связи между атомами со структурой каменной соли, найдена зависимость критической толщины, ниже которой стабильной являются графеноподобные, слабо связанные друг с другом, слои от фундаментальных параметров материала. Будут проведены исследования гетероструктур, состоящих из соединённых двумерных материалов, а также из соединения монослоёв со спинтронными материалами. Будут изучены электронные и магнитные свойства в таких структурах. Будут предсказаны новые наноструктуры, имеющих в своей основе монослойные структуры, будут получены зависимости свойств материалов от их размера, проведена оценка влияния размерного эффекта. Будет проведён теоретический поиск новых фаз в уже известных двумерных структурах, а также двумерных плёнок нового химического состава с помощью теоретических методов различного уровня. Будут исследованы гетероструктуры на основе химически связанных монослоёв, будут исследованы их электронные и проводящие свойства. Будут предсказаны новые двумерные материалы, имеющие перспективу применения в электронике, будут исследованы их свойства.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А16-116060950068-0, 03.06.2016

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА КВАНТОВЫХ МЕЗОСКОПИЧЕСКИХ СТРУКТУР, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОН-ЭЛЕКТРОННЫМ И СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Исследование транспортных и флуктуационных свойств мезоскопических квантовых структур на основе графена, топологических изоляторов и сверхпроводников. Будут выяснены механизмы образования и рассчитаны спектры связанных электронных состояний для разных моделей структурных дефектов в двумерных топологических изоляторах, изучены электронные свойства ряда мезоскопических структур на основе топологического изолятора Bi_2Se_3.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116021010397-3, 05.02.2016

ЭФФЕКТЫ ПАМЯТИ В НАНОКОМПОЗИТАХ ГРАФЕНА: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ

Основной идеей проекта является разработка подхода к созданию элементной базы для нового типа вычислительных машин. Идея проекта исходит из новых принципов построения вычислительных машин, отличных от принятой идеологии отдельных блоков памяти и процессора (архитектура фон Неймана). В новом подходе устройства ячеек памяти будут непосредственно связаны друг с другом и будут влиять друг на друга, осуществляя вычисления непосредственно в памяти.

Предлагаемый проект ставит своей целью создание нового класса электронных устройств с памятью — мем-конденсаторов (конденсаторов с памятью). Существенная часть проекта заключается в синтезе и исследовании материалов на основе нанокомпозитов графена для создания мем-конденсаторов. Используя различные типы графеновых нанокомпозитов, будут исследованы различные возможности создания мем-конденсаторов, фундаментальные механизмы ёмкостной памяти и разрабатывать микроскопические и феноменологические модели этих устройств. Кроме того, будут исследованы возможности применения мем-конденсаторов в электронике, например, в обучаемых, программируемых и логических электронных цепях. Мем-конденсатор - радиоэлектронный компонент с двумя выводами, который был изобретен руководителем проекта совместно с Ди Вентра и Чуа в 2009 г. [M. Di Ventra, Y. V. Pershin and L. Chua, Proc. IEEE 97, 1717 (2009)]. Ёмкость таких устройств зависит от предыстории приложенных напряжений. В комбинации с мемристором (сопротивлением с памятью) и катушкой индуктивности с памятью, мем-конденсатор открывает новые и неисследованные возможности в электронике. В то время как область изучения мемристоров уже довольно развита, мем-конденсаторы гораздо менее изучены и количество экспериментально продемонстрированных систем с ёмкостной памятью крайне ограничено. Таким образом, задача получения устойчивой системы с ёмкостной памятью, которая могла быть довольно просто реализована и покрывала бы достаточно широкий диапазон значений ёмкости, является крайне актуальной.

Нанокомпозиты на основе графена являются привлекательными кандидатами для экспериментального изготовления мем-конденсаторов. Лист графена является естественным плоским электродом конденсатора с высокой электрической проводимостью. При этом высокая механическая прочность представляет возможность его использования в качестве подвижной мембраны. Кроме того, метаматериалы на основе графена могут быть встроены между обкладками конденсатора для придания ему новых функциональных свойств. В последние годы исполнители проекта исследовали возможность нанесения на поверхность графена кластеров и слоев сульфидов и оксидов переходных металлов, электропроводящих полимеров. В проекте, в частности, предложены подходы использования полученного знания для изготовления мем-конденсаторов. Ожидается, что устройства с памятью найдут применения в настраиваемых и адаптируемых электронных цепях, нетрадиционных вычислительных системах, искусственных нейронных сетях и т. п. Мем-конденсаторы особенно привлекательны потому, что не требуют больших затрат энергии для изменения ёмкости, могут хранить информацию при выключенном источнике питания и могут быть реализованы на основе наноматериалов.

До настоящего времени, композиты на основе графена не использовались в устройствах с ёмкостной памятью. Кроме того, будут исследованы фундаментальные механизмы ёмкостной памяти и сформулированы соответствующие модели этих механизмов для последующего моделирования и оптимизации мем-конденсаторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116012210341-2, 19.01.2016

РАЗВИТИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НОВЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР, В ТОМ ЧИСЛЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОНИЖЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Будут изготовлены лабораторные образцы резонансных дифракционных решеток с субволновым периодом. Будет выяснено, пригодна ли предложенная наноструктурная модель сверхпроводящего состояния для описания свойств ВТСП и неоднородных тонких сверхпроводящих пленок. Будут исследованы магнитотранспортные свойства многослойных структур на основе графена и других двумерных материалов. Изучены свойства фононной подсистемы двумерных кристаллов и ее влияние на электронные транспортные свойства. Будут изготовлены прототипы транзисторных структур на основе квазидвумерных кристаллических пленок и изучены возможности их использования. Будут исследованы магнитотуннельные эффекты и фотоэлектрические процессы в AlGaAs наногетеросистемах с InAs квантовыми точками и в системах InP-квантовая проволока/InAsP-квантовая точка и выявлены определяющие механизмы магнитотуннелирования, фотодетектирования и излучения индивидуальных фотонов в них; определены физические и структурные параметры эффективности фотодетектирования. Будут получены данные о морфологии и кристаллической структуре металлсодержащих наночастиц с высокой каталитической активностью, магнитных и оптически активных наночастиц (наночастиц благородных металлов, оксидов железа, цинка, титана и редкоземельных элементов) в исходном дисперсном состоянии, внутри полимерных матриц, на поверхности полимерных гранул и графена. Будет установлено влияние контактирующей среды на структуру и свойства наночастиц. Методом высокоразрешающей электронной микроскопии будут исследованы упорядоченные мезоструктуры, построенные в процессе самоорганизации из нанопроводов или наностержней, для создания сенсорных систем для биологии и медицины на основе функциональных наноструктур. Будут разработаны сверхпроводниковые детекторы различных электромагнитных величин. Будут выяснены возможности использования сверхпроводящих структур в качестве элементов квантового компьютера.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116071210044-9, 28.06.2016

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУМЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Графен является новым материалом, в котором в последнее время выявлены уникальные физические свойства: от огромной подвижности носителей заряда и теплопроводности до возможности выдерживать огромные деформации до разрушения. В исходном состоянии графен является центросимметричным полуметаллом, и пьезоэффект в нем должен отсутствовать по определению. Последние теоретические работы показали, что графен может быть нецентросимметричным полупроводником при наличии примесей и дефектов, а также градиента деформации в решетке. Экспериментальное подтверждение наличия сильного пьезоэффекта требует детального исследования пьезоэлектрических свойств как функции состояния поверхности и толщины слоев в гетероструктуре. В данном проекте предполагается не только создание таких слоев, но и подтверждение пьезоэлектрических свойств графеновых структур, нанесенных на тонкие мембраны, с целью изучения резонансных явлений и возможности их применений в микромеханических устройствах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»

№ АААА-А16-116020110079-0, 18.01.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОВ НА ГРАФЕНЕ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ (РФФИ)

Иммобилизация наночастиц с заданными параметрами на поверхности чешуек графена - новая, быстро развивающаяся область, которая в настоящий момент исследована далеко не полностью. Большие возможности для изучения получаемых гибридных соединений наночастица-графен открывает атомно-силовая микроскопия (АСМ), метод, позволяющий исследовать отдельные наночастицы на отдельных чешуйках графена с высоким пространственным разрешением. АСМ позволяет получать уникальную информацию о нанообъекте, его размерах (как латеральных, так и высотных) морфологии и механических свойствах, которую, как правило, невозможно извлечь ни из стандартных физико-химических методов, ни из данных электронной микроскопии.

Целью данного исследования является изучение особенностей соединений наночастиц оксидов металлов и металлов на графене (гибридных соединений) с помощью атомно-силовой микроскопии. В частности, акцент в данном Проекте будет сделан на исследовании силы связи наночастиц (металлов и оксидов металлов) и графена, а также на исследовании морфологических и механических свойств этих комплексов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116012050376-4, 13.01.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-СКОРОСТНЫХ УСЛОВИЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА ПРЕДЕЛЬНУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ УПРОЧНЕННЫХ ГРАФЕНОМ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

Металломатричные композиты обладают рядом ценных механических и термофизических свойств. Благодаря высокой теплопроводности и низкому коэффициенту термического расширения они широко применяются в производстве электроники. Имея низкую плотность, высокую жесткость и прочность, малое искажение формы при нагреве, хорошую сопротивляемость к повреждениям композиты обладают большим потенциалом применения в качестве конструкционного материала в транспорте, аэрокосмической промышленности, высокоточном машиностроении, военной промышленности, производстве спортивных товаров. Весьма актуальной является проблема обоснования выбора оптимальных режимов деформирования композита, позволяющих изготавливать изделия с требуемым уровнем эксплуатационных свойств.

Целью проекта является установление и описание влияния различных температурно-скоростных условий деформирования и напряженно-деформированного состояния на предельную пластичность и прочность алюмоматричных композитов с различным содержанием графена, позволяющего обоснованно выбрать режим пластического деформирования композита, необходимый для получения требуемого уровня служебных свойств готовых изделий.

В рамках исследования будут решаться следующие задачи: 1. Синтез алюминий-графеновых композитов с последующим анализом их структуры и химического состава; 2. Построение математической модели сопротивления деформации полученных композитов при различных температурах и скоростях деформации; 3. Исследование предельной пластичности и прочности алюмоматричных композитов при различных температурно-скоростных условиях деформирования; 4. Установление закономерностей влияния температурно-скоростных условий деформирования и напряженно-деформированного состояния на предельную пластичность и прочность упрочненных графеном алюмоматричных композитов, определяющих служебные свойства готовых изделий.

В результате выполнения проекта будут получены результаты исследования структуры и химического состава упрочненных графеном алюмоматричных композитов с содержанием графена 1 и 2 мас.%. Будут получены математические модели сопротивления деформации данных композитов в зависимости от степени деформации, скорости деформации и температуры. Будут получены диаграммы предельной пластичности упрочненных графеном алюмоматричных композитов с содержанием графена 1 и 2 мас.% в диапазоне температур 250-500 °С и скоростей деформаций 0,05-5 1/с. Будут получены количественные зависимости влияния термомеханических параметров деформации на локальные прочностные свойства образцов, установленные по результатам кинетического микро- и наноиндентирования. По результатам исследования предельной пластичности и прочности композитов будут выработаны рекомендации по

пластической обработке композита в процессе изготовления готового изделия с требуемым уровнем служебных свойств.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116062310021-7, 16.06.2016

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ: СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Проект направлен на разработку и создание атомистических компьютерных моделей ряда реальных (содержащих дефекты) углеродных наноматериалов (цилиндрические и призматические свитки графена, сферические графены, фуллераны, наноалмазные кластеры). Модели будут использованы для проведения компьютерных экспериментов по изучению связи между структурой и свойствами углеродных наноматериалов с привлечением как оригинальных пакетов прикладных программ, так и пакетов коллективного пользования (LAMMPS). С помощью компьютерных экспериментов будет описана эволюция дефектов в изучаемых углеродных наноматериалах под действием внешних напряжений и температуры и определены экстремальные свойства материалов. В частности, будут определены пределы их упругого деформирования; термостабильность свитков и сферического графена; кинетика разрыва ван-дер-ваальсовых связей при монотонном нагреве исследуемых углеродных наноматериалов; кинетика накопления sp^3 атомов углерода в sp^2 материалах, подвергнутых воздействию высоких давлений и температур; эволюция формы алмазных нанокластеров при высоких температурах. Полученные результаты будут обобщены и будут определены перспективы использования полученных фундаментальных знаний к совершенствованию наноматериалов и наноустройств, имеющих прикладное значение.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116052750252-0, 23.05.2016

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Цель научного исследования: разработка новых моделей и выявление новых свойств сложных систем математической физики. Описание особенностей квантовых многочастичных эффектов в дираковских материалах: графене, топологических изоляторах, дираковских и топологических вейлевских полуметаллах. Выявление свойств равновесного состояния в топологических сетях. Обнаружение топологических характеристик, отвечающих за формирование кластерной структуры в сети. Получение асимптотических решений задачи обтекания поверхности с малыми неровностями. Установление общих свойств слабых пределов асимптотических решений.

Задачи научного исследования: изучение ключевых математических характеристик сложных квантовых, молекулярных, гидродинамических систем. В частности: исследование обобщенной теоремы вириала для газа безмассовых электронов в дираковских материалах; изучение влияние деформаций на возникновение в этих материалах псевдомагнитного поля, исследование эффектов в псевдомагнитном поле графена, подвергнутого периодической деформации; изучение оптических свойств гиперболических метаповерхностей; исследование кластеризации в случайных графах Эреша-Реньи с различными параметрами распределения по степеням связности, изучение кластеризации в модели сети с двумя видами вершин и с фиксированной степенью связанности (двухцветная сеть), изучение сетей с n типами вершин (разноцветная сеть), исследование влияния распределения по степеням связности, в том числе, когда распределения отличаются внутри кластеров разного цвета; искусственное конструирование сетей заданной топологии: бимодальное распределение, мультимодальное распределение; изучение моделей дипольных систем капсидов вирусов и макромолекул; исследование существования и единственности решения уравнения типа Релея, возникающего в задаче обтекания поверхности с малыми неровностями, построение равномерно ограниченных семейств слабых асимптотических решений уравнений Навье-Стокса для сжимаемого случая, построение устойчивых разностных схем для уравнений Навье-Стокса в сжимаемом случае.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ АААА-А16-116050560049-1, 27.04.2016

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРОВОДЯЩИХ И БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОЛИМЕРОВ, А ТАКЖЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ, ЧАСТИЦ ГРАФЕНА И ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ГИБКОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Проект направлен на разработку новых полифункциональных композитных материалов на основе проводящих и биосовместимых полимеров, а также неорганических наночастиц и частиц графена (оксида графена) в виде тонких пленок и органических полевых транзисторных (ОПТ) структур для приборов гибкой молекулярной электроники (солнечных элементов, логических ячеек и элементов памяти). Новые композитные материалы для биосовместимых электрических контактов и датчиков будут получены на основе бактериальной целлюлозы, модифицированной электропроводящими полимерами и (или) неорганическими наночастицами. Будут детально исследованы оптические (спектры поглощения и фотолюминесценции), электрические (вольт-амперные характеристики — ВАХ) и фотоэлектрические свойства таких структур, включая оценку подвижности носителей заряда, в зависимости от вида полимера, типа неорганических наночастиц, частиц графена и оксида графена, их модификаций, а также влияния на них температуры и электрических полей.

Полученные при выполнении проекта результаты будут использованы при разработке новых, совместимых с технологией печатной электроники, логических ячеек, ячеек памяти и ОПТ с композитными и графеносодержащими активными слоями с повышенной, по сравнению с проводящими полимерами, подвижностью, что должно привести к увеличению быстродействия таких приборов, а также биосовместимых датчиков температуры и других электропроводящих сенсоров на основе композитов

биоцеллюлозы с проводящими полимерами и неорганическими наночастицами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116012210041-1, 12.01.2016

УСИЛЕНИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ВОЛН В ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ АКТИВНОГО ГРАФЕНА

В проекте планируется изучить распространение плазменных волн (плазмонов) в ван-дер-ваальсовых гетероструктурах (например, таких как графен на гексагональном нитриде бора). Распространение плазмонов в гетероструктурах графен на гексагональном нитриде бора характеризуется очень слабым затуханием и сильной локализацией поля вблизи графена. Будут проведены расчеты основных характеристик плазменных волн в таких гетероструктурах: дисперсии плазмонов, эффективности локализации плазмонов вблизи графена и величины коэффициента усиления плазмонов. Будет проведена сравнительная оценка эффективности трех методов накачки графена: оптической, диффузионной и накачки графена оптическими плазмонами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116062410015-5, 23.06.2016

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Проект направлен на исследование электромагнитных, электронных, оптических и механических свойств наноструктур и гетероструктур на основе слоев графена (в том числе химически модифицированных) и других слоистых материалов. Будут проведены атомистические расчеты туннельной проводимости между химически модифицированными слоями графена, рассмотрена квантовая емкость этих гетероструктур. Будет проведено исследование электронных и механических свойств химически модифицированных слоев графена, а также взаимодействия между такими слоями. На основе указанных расчетов будут определены условия для самопроизвольного сворачивания слоев графена и двухслойных гетероструктур в рулоны. Будет проведено исследование корреляционных эффектов в графене.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ СПЕКТРОСКОПИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116040150097-0, 17.03.2016

МАГНИТНЫЕ ПРИМЕСИ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В НАНОСТРУКТУРАХ

Принципиальное отличие нано и гетероструктур от однородных объемных систем состоит в том, что низкоразмерных неоднородных структурах возможно существование локализованных состояний на фоне сплошного спектра. В объемных системах подобные резонансные состояния возникают обычно в неравновесных условиях. Наличие примесей в полупроводниках качественно изменяет свойства структур и делает их привлекательными как с фундаментальной точки зрения, так для прикладных исследований.

В данном проекте планируется комплексное экспериментальное и теоретическое исследование примесных магнитных состояний в кванторазмерных структурах, включая прямое и косвенное резонансное взаимодействие между ними. В проекте будет исследовано косвенное обменное взаимодействие между парамагнитными ионами за счет канала свободных носителей, отделенного от парамагнитных ионов туннельно-прозрачным барьером. Стандартная теория косвенного обменного взаимодействия, известная как теория РККИ, не учитывает локализующий потенциал ионов и возможность наличия связанных состояний в этом потенциале. Особенно интересен резонансный случай, когда энергия связанного состояния лежит в диапазоне континуума состояний свободных носителей. Такое резонансное усиление имеет прямое отношение к ферромагнетизму тонких слоев марганца в GaAs. Для учета резонансных эффектов разрабатываемая новая теория косвенного обмена будет построена без использования теории возмущений и, в конечном итоге, позволит впервые исследовать новое явление - резонансное косвенное обменное взаимодействие в одномерных системах. Предложенная ранее теория этого явления будет распространена на случай одномерных каналов (квантовые проволоки), а также материалы с линейной дисперсией, такие как графен. Также планируется проанализировать случай сильной обменной связи.

В настоящем проекте предлагается экспериментально и теоретически исследовать оптические спектральные свойства структур с квантовыми ямами и квантовыми точками на основе GaAs/AlGaAs легированных как магнитными, так и немагнитными акцепторами. При этом уровень компенсации предполагается контролировать как донорным легированием, так и с помощью затвора.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116012910069-8, 21.01.2016

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ И ИЗГИБОВ НА АДСОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ ГРАФЕНОВОГО ЛИСТА

Целью настоящей работы является компьютерное моделирование процессов адсорбции/десорбции различных радикалов на искривленные и/или напряженные листы графена. Планируется рассмотреть осаждение радикалов с различной электроотрицательностью, включая H, O, OH, NO_2, NH_2, COOH; рассчитать энергию связи и энергетические барьеры, препятствующие адсорбции/десорбции. Полученные результаты могут стать основой технологии управляемого осаждения различных адсорбентов на графен.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОДЕЖИ

№ АААА-А16-116021850145-0, 01.02.2016

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСПЛАВОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ И МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АРМИРОВАННЫХ ГРАФЕНОМ ДВУМЕРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Работа посвящена развитию методов статистической физики, квантовой механики и компьютерного моделирования ассоциированных растворов и металлических систем в жидком состоянии и армированных графеном двумерных металлических систем. Будет использована термодинамическая теория возмущений совместно с модельным псевдопотенциалом и с построенным ранее псевдопотенциалом из первых принципов. Для расчета термодинамических свойств жидких щелочных металлов будет разработан новый метод термодинамической теории возмущений в сочетании с вариационным методом и приближением случайных фаз, исследованы варианты определения параметров системы сравнения. Будет разработан новый первопринципный метод и компьютерное обеспечение для расчета термодинамических свойств расплавов с полностью заполненными d-оболочками (Cu, Ag, Au). Ожидается достижение большего согласия термодинамических свойств с экспериментом, чем ранее. Будет обобщена развитая ранее статистическая модель ассоциированных систем с химическим взаимодействием и учетом реакционной способности молекул при образовании химических связей. Будет дана классификация диаграмм расслоения бинарного ассоциированного раствора в зависимости от модельных параметров химического взаимодействия компонентов. Будет разработан метод управления степенью гибридизации и координационной несоразмерностью, вызывающих разупорядочение при формировании слоистых композитов, структурными элементами которых являются армированные графеном металлические пленки Al, Pb, Hg/графен.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116060950067-3, 03.06.2016

СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ

Будут изготовлены и исследованы транспортные свойства структур на основе наноструктурированного графена. Будут изготовлены и исследованы приемные структуры на основе туннельных наноструктур, перспективные для радиоастрономических применений в диапазоне частот до 1 ТГц. Будет проведено экспериментальное исследование прототипа интегрального наноболометра с чувствительностью не хуже $3*10^8$ В/Вт. Будут разработаны методы диагностики многослойных структур на основе анализа эффектов близости.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116081710024-5, 05.08.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЬЕФА ДВУМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ В СВОБОДНОМ СОСТОЯНИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Данный проект связан с разработкой методики измерения спектра изгибных фононов графена. Методика основана на анализе картин электронной дифракции, получаемым в просвечивающем электронном микроскопе. В этом случае возможно также исследование влияния различных внешних воздействий на спектр изгибных фононов. Полученные экспериментально спектры могут использоваться для расчётов свойств графена и характеристик устройств на его основе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116011450012-0, 11.01.2016

ПОВЕРХНОСТНЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ В 2D-КРИСТАЛЛАХ

Проект направлен на исследование распространения поверхностных акустических волн (ПАВ) в графене и других 2D-кристаллах, в том числе гетероструктурах и Муар-сверхрешетках. В ходе выполнения проекта будут проведены комплексные исследования процесса распространения ПАВ в 2D-кристаллах на поверхности пьезоэлектрических кристаллов и непосредственно в пьезоэлектрических кристаллах. Будут исследованы процессы синтеза графена (G), оксид графена (GO), нитрида графена (GN) и широкого спектра других 2D-кристаллов, гетероструктур на их основе и Муар-сверхрешеток. Для подготовки структур на основе 2D-кристаллов будут использованы подложки сегнетоэлектрического кристалла $LiNbO_3$ и пьезоэлектрических кристаллов семейства лантангаллиевого силиката (LGS: $La_3Ga_5SiO_{14}$, CTGS: $Ca_3TaGa_3Si_2O_{14}$).

Главное внимание в ходе выполнения проекта будет уделено исследованию акустостимулированного транспорта носителей заряда в 2D-кристаллах, синтезированных на поверхности пьезоэлектрических кристаллов. Акустостимулированный транспорт носителей заряда будет исследован как в условиях внешних воздействий (электрические и магнитные поля), так и в системах с различными поверхностями со специализированными топологическими структурами специальной геометрии, включая и структуры встречноштыревых преобразователей, используемые для генерации и приема ПАВ.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116021760049-9, 04.02.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВЫМИ МЕТОДАМИ

Работа нацелена на решение одной из самых актуальных задач современной физики наносистем — изучению процессов переноса заряда и спина в сложных наноструктурах, построенных на основе графена. Особый интерес представляет собой задача о влиянии внешних факторов

на характеристики зарядовой и спиновой проводимости. Решение этой задачи позволит управлять проводящими свойствами таких графеновых нано-систем и откроет путь к широкому применению таких систем в современной электронике и спинтронике.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А16-116012550266-3, 15.01.2016

ЭФФЕКТ КАЗИМИРА ДЛЯ ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР

Результатом проекта является полное исследование энергии взаимодействия и дисперсионных сил, возникающих на масштабах до сотен нанометров между графеновыми структурами, а также между графеновыми структурами и микрочастицами с учетом проводимости графена.

В проекте планируется исследование взаимодействия листа графена с металлом, диэлектриком и другим листом графена для слоистых графеновых структур различной геометрии в рамках экспериментально подтвержденной модели проводимости графита или приближенной модели постоянной проводимости. Планируется получение аналитических выражений и их анализ для энергии и силы связи Ван дер Ваальса — Казимира для плоских слоистых графеновых структур, а также для структур с цилиндрической (нанотрубки) и сферической (фуллерены) симметриями при нулевой температуре. Планируется проведение анализа зависимости эффектов от проводимости графена с целью выявления адекватной модели проводимости. В качестве модели, описывающей проводимость графена предполагается использование модель с постоянной проводимостью, плазменную модель и модель Друде-Лоренца. Планируется получение зависимости энергии и силы взаимодействия графеновых структур от параметров многослойных систем при наличии температуры. Результаты исследования имеют практическое и теоретическое значение.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116051110189-0, 21.04.2016

ЭЛЕКТРОННЫЕ СОСТОЯНИЯ И ТРАНСПОРТ В НАНОСТРУКТУРАХ С СИЛЬНЫМ СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Работа направлена на развитие теории электронных систем в низкоразмерных структурах (квантовых проводах, квантовых точках, квантовых контактах и т.д.), создаваемых на основе полупроводниковых гетероструктур, топологических изоляторов, графена, углеродных нанотрубок, при наличии в них сильного спин-орбитального взаимодействия.

Целью работы является поиск и изучение новых эффектов, обусловленных сильным спин-орбитальным взаимодействием в условиях, когда существенно кулоновское взаимодействие между электронами. Планируется изучить электронные состояния и транспорт электронов в низкоразмерных структурах с сильным спин-орбитальным взаимодействием на основе как полупроводниковых гетероструктур с двумерным электронным газом, так и топологических изоляторов. В результате будут получены новые знания о спиновой текстуре электронных состояний в квантовых точках, квантовых проводах, квантовых точках, взаимодействующих с краевыми состояниями и других структурах, изучены механизмы зарядового и спинового транспорта, и выяснены возможности управления квантовыми состояниями и транспортом в наноструктурах.

Разработчик: ФРЯЗИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А. КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116021950127-5, 06.02.2016

ЭЛЕКТРОННЫЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОГРАФЕНОВ, ВСТРОЕННЫХ ВО ФТОРГРАФИТОВУЮ МАТРИЦУ

В настоящее время ведется активный поиск новых материалов, обладающих уникальными функциональными свойствами. Одной из структур, значительно изменивших представление о будущей электронике, является графен. В настоящем проекте предпринимается попытка создания низкоразмерного материала, представляющего островки и полоски графена встроенных во фторграфитовую матрицу. Такой материал должен иметь исключительные оптические и магнитные свойства. Для получения такого типа соединений предполагается использовать метод низкотемпературного фторирования. На полученные структуры, представляющие собой фторграфитовые матрицы, интеркалированные различными соединениями, будут оказаны различные типы физических и химических воздействий. Будет проведено сжатие и нагрев образцов под давлением, облучение электронами, оптическим и инфракрасным излучением. Изменения в структуре будут отслеживаться набором методов, включая электронную микроскопию, атомно-силовую микроскопию, рентгенодифракционный анализ, методы оптической спектроскопии, рентгеновскую и рентгеноэлектронную спектроскопию. Методы квантово-химического моделирования будут использованы для построения моделей и интерпретации спектроскопических данных. В заключение будут разработаны рекомендации практического использования этих материалов в оптике и спинтронике.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116021110217-3, 01.02.2016

ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ЭФФЕКТЫ В КВАЗИДВУМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Планируется теоретическое исследование структуры электронного спектра в квазидвумерных электронных системах на основе А3В5 и/или графена. Основное внимание будет уделено интерфейсным и краевым эффектам и их проявлению в спиновых и транспортных свойствах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116092210043-7, 17.09.2016

СВЕРХБЫСТРАЯ ДИНАМИКА НОСИТЕЛЕЙ В ДВУМЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ, СОЗДАННЫХ МЕТОДОМ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ

Проект направлен на проведение экспериментального исследования сверхбыстрой динамики носителей в гетероструктурах на основе 2D материалов. Планарные гетероструктуры будут создаваться на прозрачных подложках методом послойной струйной печати с использованием проводящих чернил на основе двумерных дихалькогенидов переходных металлов (MoS_2, $MoSe_2$, WS_2) и графена. Исследования оптоэлектронных свойств созданных структур будут осуществляться методами спектроскопии поглощения, люминесцентной спектроскопии и фемтосекундной памп-проб спектроскопии в широком спектральном диапазоне. Понимание процессов релаксации и переноса возбужденных носителей заряда в отдельных материалах и созданных на их основе слоистых структурах станет основой для разработки технологии печати двумерных гетероструктур с заданными оптоэлектронными свойствами, пригодной для массового производства гибких оптоэлектронных и фотонных устройств.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А16-116020350228-8, 12.01.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО И СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ С КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Эффективное взаимодействие графена с электромагнитным излучением в широком диапазоне от микроволнового излучения до ультрафиолета в сочетании с уникальным набором физических свойств делают данный материал одним из наиболее перспективным в качестве основы для создания экранирующих композиционных материалов.

Данный проект направлен на создание, исследование строения и электромагнитных характеристик композиционных материалов на основе диэлектрических матриц полимеров и графена. В проекте будет проведен синтез монослойного и несколькослойного графена и изготовлены гомогенные и слоистые композиционные материалы на его основе. Создание однородных композиционных материалов будет проводиться методом механического вальцевания. Слоистые композиционные материалы будут получены методами спин-коатинга и напыления. Для полученных композиционных материалов будут установлена взаимосвязь между структурой композиционного материала и его электромагнитными характеристиками в низкочастотном, микроволновом и ТГц-ом диапазонах. Из анализа данных электромагнитного отклика композиционных материалов будет определен порог перколяции материала, а также установлена взаимосвязь между концентрацией графена в материале и его поглощающими характеристиками. Для слоистых композиционных материалов будет установлено влияние количества слоев на электромагнитные характеристики исследуемого материала. Будет проведено исследование влияния изменения количества носителей заряда в проводящем графеновом слое слоистого композиционного материала на возможность варьирования электромагнитных характеристик системы.

Результаты работы имеют фундаментальное значение для исследования особенностей взаимодействия электромагнитного излучения с композиционными материалами на основе графена и установление взаимосвязей между структурой композита и его электромагнитными характеристиками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116021850100-9, 05.02.2016

НЕЛОКАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГРАФЕНА

В некоторых образцах графена высокого качества экспериментальные значения теплопроводности достигают аномально больших значений. Это открывает широкие возможности для создания эффективных систем теплоотвода в электронных устройствах на основе графена. В условиях, когда длина свободного пробега квазичастиц (электронов и фононов) относительно релаксации импульса порядка или больше размера образца, а длина свободного пробега квазичастиц относительно их столкновений друг с другом с сохранением импульса много меньше размера образца, электрический и тепловой транспорт в образце описываются в рамках гидродинамического подхода. Такой подход должен учитывать пространственно неоднородное распределение квазичастиц и их потоков по образцу, рассеяние импульса квазичастиц на неидеальностях краев образца, а также перенос импульса по образцу за счет эффекта вязкости.

В настоящем проекте будет построена гидродинамическая теория теплопроводности графена высокой подвижности. Будут рассчитаны фононный и электронный вклады в нелокальную гидродинамическую теплопроводность. Кроме того, будет изучено магнетосопротивление графена в условиях, когда в образце существуют одновременно носители тока двух типов (электроны и дырки) и распределение их температур и концентраций является неоднородным по образцу за счет эффективного теплообмена с фононами. Ожидаемые результаты принципиально расширят понимание механизмов переноса заряда и тепла в графене.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116012110348-2, 12.01.2016

УПРАВЛЕНИЕ ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОНАМИ В МАГНИТНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ И ПЛАЗМОННЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Проект направлен на теоретическое исследование эффектов, связанных с управлением плазмон-поляритонами в магнитных наноструктурах как при помощи магнитного поля, так и оптическими методами. В ходе проекта планируется исследовать данные эффекты в различных диапазонах частот: от СВЧ до видимого света; и предложить возможные схемы реализации вычислительных элементов, которые могли бы стать базовыми для создания оптических компьютеров.

Исследования будут акцентированы на структурах, содержащих графен, но не ограничены ими.

Одной из задач проекта станет проверка возможности гибридизации поверхностных плазмон-поляритонов с обменными спиновыми волнами в магнитных наноструктурах, выявление условий возникновения такого взаимодействия и оценка практической применимости связанных с ним эффектов. Результаты проекта смогут послужить основой для сопряжения устройств плазмоники, фотоники, оптоэлектроники и магноники, дадут возможность миниатюризировать как существующие оптические вычислительные системы, так и СВЧ устройства, и позволят продвинуться в обработке сигналов активно осваиваемого в настоящее время терагерцевого диапазона частот.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116121550034-7, 06.12.2016

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ И КАТАЛИЗАТОРОВ

Целью проекта является разработка физико-химических методик исследования строения и свойств наноструктурированных систем на основе углерода и переходных металлов. В работе будет проведено изучение фазовых превращений в системах оксид графена – растворитель, получены каталитические системы на основе церия и циркония, разработана методика, позволяющая прогнозировать свойства наночастиц методами квантовой химии, планируется установление каталитических и физико-химических свойств наноструктурированных оксидных систем и кластеров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А17-117042110148-4, 03.04.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ 2D И 3D НАНОСТРУКТУР И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Новые материалы и структуры в значительной степени обеспечивают прогресс различных отраслей техники и экономики. Проект направлен на исследование физических свойств новых искусственных и природных материалов и структур, а именно: 1. Исследование физических свойств метаматериалов и топологических фотонных кристаллов, сформированных с помощью технологии 3D печати; 2. Исследование транспорта двумерного электронного газа в градиентном магнитном поле: статического скин-эффекта в одно- и многовитковых оболочках, ток градиентного дрейфа, осцилляции продольного сопротивления в знакопеременном магнитном поле, в т.ч., в условиях микроволнового облучения; 3. Исследование свойств функциональных материалов на основе графена для электроники и фотоники. Исследования тестовых элементов флеш-памяти с плавающим затвором из графена и его соединений, а также композитных материалов для резистивной памяти. Исследование элементов гибкой электроники, сформированных с помощью 2D печати с использованием фторографена и других соединений, получаемых из суспензии графена; 4. Оптимизация условий роста графена и исследование его свойств. Исследование свойств наноструктурированного графена, полученного с использованием облучения ионами высоких энергий. Исследование структуры антиточек в зависимости от флюенса и энергии ионов, и их влияния на электронные свойства графена; 5. Исследование свойств субволновых многоуровневых решеток и сложных плазмонных структур, сформированных с помощью технологии наноимпринт-литографии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117040450045-7, 23.03.2017

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕНА В ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ

Проект направлен на экспериментальное изучение электронных свойств Ван-дер-Ваальсовых гетероструктур, сформированных из графена и других квазидвумерных кристаллов. Планируется исследовать взаимное влияние различных кристаллических слоев на их электронные свойства. Планируется исследовать влияние периодического потенциала, возникающего при взаимной ориентации кристаллических решеток графена и нитрида бора, на планарный магнетотранспорт в гетероструктурах на их основе. Будет исследована система графен-пьезоэлектрик и влияние акустических волн на транспортные свойства графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117102070032-0, 26.09.2017

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В КОМПАКТНЫХ ОБРАЗЦАХ (БРИКЕТАХ) АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПРИБОРОВ

Проведена отработка методики подготовки объектов анализа из компактов алюмо-матричного композиционного материала с наполнителем в виде восстановленного оксида графена (ВОГ). Методами рентгенографии и электронной микроскопии проведен анализ образцов, предоставленных заказчиком. Показано, что распределение углеродного наполнителя не является однородным. В структуре образца присутствуют области размером до нескольких десятков микрон, содержащих преимущественно углеродный наполнитель. Превращений углеродного наполнителя во время металлического передела не выявлено. Методами высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии показано, что после компактирования в образцах сохраняются межзеренные слои графеноподобного наполнителя. Приведены данные, полученные с помощью структурных методов по анализу представленных композиций.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117040510099-1, 22.03.2017

ФОРМИРОВАНИЕ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ЧИСТОГО И ЛЕГИРОВАННОГО ГРАФЕНА НА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Важными задачами, стоящими на пути широкого практического использования графена, являются разработка способов формирования высококачественных монокристаллических слоев графена большой площади и однородной толщины, а также усовершенствование методов целенаправленного изменения электронных свойств графена, в частности путем введения различных примесей.

Данное исследование направлено на решение этих задач путем фундаментального изучения механизмов синтеза чистого и легированного графена на поверхностях металлов, определения взаимосвязи между условиями формирования графена и его структурными характеристиками, а также развития методов анализа структуры графена, дефектов и примесей. Использование широкого спектра поверхностно-чувствительных методов, хорошо упорядоченных монокристаллических подложек и режима самоограничивающегося роста графена позволит получить однородные слои чистого и легированного графена и определить структуру интерфейсов графен-металл и дефектов на атомарном уровне. Будут проанализированы возможности использования спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС) для диагностики графена, выращенного на поверхностях таких металлов, как Co, Ni, Ir и др. Будет определена взаимосвязь между спектрами КРС, структурой интерфейса, а также особенностями взаимодействия графена с подложкой.

Полученные результаты позволят усовершенствовать методы синтеза и диагностики графена, что ускорит дальнейший прогресс на пути практического использования этого материала.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117071910103-5, 07.07.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ АТОМНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ СОВРЕМЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ИСТОЧНИКОВ МОЩНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Цель работы: изучение процессов формирования и функционализации наноуглеродных композитов на основе графена, получение новых знаний об их фундаментальных свойствах и разработка оригинальных методов исследования локальной атомной и электронной структуры с высоким пространственным, энергетическим и временным разрешением. Будут изучены физико-химические процессы, лежащие в основе фотоиндуцированной модификации функциональных групп на поверхности графена.

Ожидаемые результаты: - будут установлены основные закономерности процессов формирования и функционализации наноуглеродных композитов на основе одиночных слоев графена и оксида графена; - будут разработаны новые методики исследования локальнойатомной и электронной структуры с высоким пространственным и энергетическим разрешением; - будут разработаны физические основы нового метода контролируемой фотоиндуцированной модификации оксида графена, перспективного для создания газовых сенсоров и органических светоизлучающих диодов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А17-117041210418-0, 28.03.2017

ДИРАКОВСКИЕ МАТЕРИАЛЫ – КОЛЛЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Планируется исследование электронных свойств новых дираковских материалов. Будут изучены эффекты и использование управляемого гигантского псевдомагнитного поля, которое возникает в деформированных двух- и трехмерных дираковских материалах. Будет исследовано влияние многочастичных эффектов на свойства одно- и двуслойного графена и других дираковских материалов, помещенных во внешнее магнитное поле. Планируется изучение свойств плазмонов в новых дираковских и вейлевских полуметаллах и их сравнение с другими материалами для плазмоники. Будет изучено управление свойствами системы дипольных экситонов с помощью (профилированных) управляющих электродов, в частности, возникающая анизотропная сверхтекучесть и переключение в локализованную фазу. Будут изучены плазмон-резонансные сенсоры на основе новых дираковских материалов. Будут исследованы коллективные свойства, сверхтекучесть, кинетика в системе поляритонов и возможные применения поляритонов, в частности, в квантовых технологиях. Будут изучены системы кубитов, связанных с нестационарной полостью, и ее реализации для сверхпроводящих цепочек; будет проанализировано их использование в квантовых технологиях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ СПЕКТРОСКОПИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117032310051-6, 16.03.2017

ФИЗИКО-ХИМИЯ РАСТВОРОВ ОКСИДА ГРАФЕНА

Одним из главных преимуществ оксида графена (ОГ) по сравнению с исходным неокисленным графеном является его способность образовывать стабильные растворы в воде и ряде органических растворителях благодаря расслоению на мономолекулярные листы. Однако это преимущество на настоящий день не до конца реализовано в связи с отсутствием систематических исследований, характеризующих растворы ОГ. Факторы, определяющие факт растворимости или нерастворимости ОГ в данном растворителе, а также стабильность полученных растворов, по большому счету непонятны. Растворимость ОГ должна определяться природой химического взаимодействия с молекулами растворителя, а не формальными макроскопическими физическими параметрами. Для подтверждения этой гипотезы будут предприняты квантово-химические расчеты и экспериментальные работы. Экспериментальные работы будут направлены на изучение стабильности растворов ОГ при химическом воздействии и при переносе ОГ из одной среды в другую. Также будут проведены измерения соответствующих тепловых эффектов. Исследования позволят понять природу растворов ОГ и описать факторы, влияющие на стабильность

этих растворов. Планируемые результаты проекта могут представлять существенную научную и прикладную ценность.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117081050015-7, 04.08.2017

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФОТОНИКИ И ФИЗИКА НОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Задачи проекта: 1. На основании электродинамических расчетов будет разработана структура, обеспечивающая усиление метода SERS. Будет проведена оптимизация параметров этой структуры: 1.2. По результатам расчетов будет изготовлена структура с требуемыми параметрами. Будет проведено измерение спектров отражения (включая эллипсометрию) и продемонстрированы резонансные свойства диэлектрической структуры, 1.3. Будет произведено измерение эффекта SERS в случаях, когда наночастицы находятся на поверхности предлагаемой структуры и когда они помещены на обычный субстрат; 2.1. Разработка топологии структур для химических и биосенсоров на основе наноструктурированных диэлектрических пленок; 2.2. Исследование влияния факторов химического состава, структуры, топологии поверхности и поверхностных состояний на коэффициент усиления спектров КР при использовании профилированных диэлектрических подложек; 2.3. Разработка экспериментальных технологических подходов к системам QP-полимер (квантовые точки – полимер) на металлических и диэлектрических подложках; 3.1. Исследование динамики квантовых возбуждений в плазмонных наночастицах в условиях теплового взрыва. Тепловые явления вызваны диссипацией электромагнитной энергии, сосредоточенной на масштабе много меньше длины волны света. Развитие аналитических методов и компьютерное симулирование кинетики распада квантового плазмона; 4.1. В приближении сильной связи будет построена адекватная модель электронной структуры подкрученного двухслойного графена; 4.2. Полученная модель будет расширена за счет учета электрон-электронного взаимодействия. В частности, будет исследована возможность возникновения различных параметров порядка в подкрученном двухслойном графене при малых углах подкрутки; 4.3. Будет также исследовано влияние различного типа рассеивателей на электронные свойства подкрученного двухслойного графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117041250185-9, 06.04.2017

НЕЛИНЕЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛ С ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРОЙ

В проектах РФФИ № 07-01-00213 была впервые разработана и исследована одномерная сильно-нелинейная континуальная модель кристаллической решетки с внутренней структурой. Полученные для описания в ней динамических процессов нелинейные связанные уравнения обладают точными решениями в виде бегущей волны, однако, их динамика и образование из произвольногонач альногоусловияпотребовала всестороннего комплексного аналитико-численного исследования, проведенного в рамках проекта РФФИ №09-01-0469. Дальнейшее развитие работы привело к разработке новых нелинейных двумерных моделей в рамках проекта № 12-01-00521. При этом было выявлено новое перспективное направление работ, связанное с моделированием нелинейных деформационно-прочностных процессов путем построения различных континуальных пределов дискретных уравнений решетки, что отличается от использованного ранее сугубо континуального подхода. В то же время, сугубо континуальное линейное исследование устойчивости микрополярных сред, проводимое ранее участниками проекта, выявило потерю устойчивости, которая может соответствовать перестройке структуры материала. Поэтому в данном проекте будут использованы оба подхода для нелинейного моделирования материалов с внутренней структурой. В рамках первого подхода будут получены новые нелинейные модельные уравнения для прямоугольной решетки с нелокальными взаимодействиями и для решетки графена в виде нелинейных связанных уравнений движения на макро- и микроуровнях, учитывающиеизменение структуры под действием макроскопических полей напряжений. В результате окажется возможным установление связей между параметрами континуальной модели и параметрами, характеризующими упругие свойства решетки в дискретной модели. В рамках второго подхода будет исследована нелинейная устойчивость и динамика полной упругой микрополярной среды. Ожидается, что сильно -нелинейные модельные уравнения будут представлять собой обобщения известной модели уравнения Синус-Гордона, в то время как слабо-нелинейные модели будут описываться как обобщением известных длинноволновых уравнений, так и модуляционных уравнений типа нелинейного уравнения Шредингера. Тогда анализ решений уравнений позволит описывать эффекты внутренней структуры материала, вызванные возникновением дефектов решетки, существенно влияющих на ее разупрочнение. Эти эффекты будут описаны математически как локализованные волны (макро- и микродеформации) и их связанные состояния. Будут решены как одномерные, так и двумерные задачи. В последнем случае будет рассмотрено приложение выведенных модельных уравнений и их решений к описанию процессов деформирования решетки графена. Будут получены аналитические решения выведенных уравнений, описывающие движение локализованных дефектов внутренней структуры, существенно влияющих на разупрочнение решетки, а также ихустойчивость относительно различных возмущений. Будут разработаны численные алгоритмы нахождения нестационарных решений, исследована возможность использования частных аналитических решений для объяснения численных. Для нахождения аналитических и численных решений будут разработаны пакеты программ.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117060910033-9, 23.05.2017

КОМПОЗИТНЫЕ ГРАФЕНОВЫЕ АЭРОГЕЛИ С НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ТИТАНА И СЕРЕБРА КАК ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОРЫ

Среди различных фотокаталитических материалов, диоксид титана выделяется как важный и один из наиболее изученных полупроводниковых фотокатализаторов. Однако TiO_2 поглощает свет только в УФ-диапазоне, на долю которого

приходится лишь небольшая часть (4-6%) солнечного спектра. В ходе проекта будут получены композитные аэрогели на основе восстановленного оксида графена и наночастиц диоксида титана и серебра. Добавка наночастиц серебра, будет расширять фототклик TiO_2 в видимую область спектра, а 3D-структура аэрогеля, обладающая высокоразвитой поверхностью, будет выполнять функцию носителя и увеличивать активную поверхность катализатора. Исследование эффективности таких катализаторов будет выполнено на примере фотодеградации красителей, таких как Родамин Б и 6Ж, метиленовый синий и др.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117071760008-0, 16.02.2017

ПРОЦЕССЫ ЭНЕРГО- И МАССООБМЕНА В РАЗРЕЖЕННОМ ГАЗЕ И ПЛАЗМЕ

В сильно неравновесных условиях процессы энерго- и массопереноса могут качественно изменять свойства системы. Можно перечислить большое число открытий в современной науке, которые можно отнести к данному классу явлений и которые оказали существенное влияние на развитие новых технологий: 1) лазерное излучение; 2) когерентные структуры в турбулентных течениях; 3) кинетика фазовых переходов и формирование кластеров и наноструктур; 4) фуллерены, нанотрубки, графен; 5) стратификация газовых разрядов.

Настоящий проект направлен на фундаментальные исследования процессов энерго- и массопереноса в разреженных газах и низкотемпературной плазме тлеющего и дугового разрядов в сильно неравновесных условиях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117062010065-3, 14.06.2017

НОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МИКРОВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ПРИБОРОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Задачи проекта объединены единой целью – изучение коллективных эффектов сильного взаимодействия в разнообразных системах двумерных электронов и исследование таких явлений как дробный квантовый эффект Холла, стонеровская неустойчивость и переход в ферромагнитное состояние электронной системы в пределе низких плотностей, экситоны Махана, двумерная сверхпроводимость. Все указанные фундаментальные физические явления привлекают огромное внимание и для их наблюдения требуются уникальные свойства электронных систем, обеспечивающие доминирование кулоновского взаимодействия над кинетической энергией и беспорядком. Как было показано в исследованиях, сила корреляционных эффектов является максимальной в новых полупроводниковых низкоразмерных структурах с тяжелыми фермионами, которые реализуются в гетеропереходах ZnO/MgZnO и в квантовых ямах AlAs. В этих новых структурах из-за тяжелой электронной массы и меньшей величины диэлектрической проницаемости кулоновская энергия значительно превышает кинетическую энергию, что обеспечивает доминирование корреляционных эффектов в двумерных электронных системах и гарантирует огромные перспективы этих материалов как для обнаружения принципиально новых физических явлений, так и для возможных применений.

Особый интерес вызывает исследование однослойных электронных систем, таких как графен и однослойные сверхпроводники 2H-$NbSe_2$, 2H-NbS_2, FeSe. В этих системах при малом числе слоев планируется исследовать методом неупругого рассеяния света сверхпроводящий переход и энергетическую щель, а также ее зависимость от числа слоев. Важно, что температура сверхпроводящего перехода в таких системах все время увеличивается по мере их технологического освоения и сейчас она достигает рекордного значения 150 К. В результате исследований был обнаружен новый тип релятивистских плазменных возбуждений, которые возникают, если проводимость двумерной системы превышает скорость света. Обнаруженные новые плазменные возбуждения уникальны тем, что обладают аномально слабым затуханием, что позволяет их наблюдать вплоть до комнатной температуры. Из уже полученных результатов следует, что выполнение нового проекта приведет к разработке нового класса миниатюрных полупроводниковых субтерагерцовых детекторов, работающих на релятивистских плазменных модах, которые необходимы для создания приборов беспроводной телекоммуникации с рекордно высокими скоростями.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117062810009-9, 14.06.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ И ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ УСТАНОВКЕ XFEL

В результате выполнения проекта будут разработаны методики диагностики с помощью комплекса методов, включающих рентгеновский лазер на свободных электронах (европейская установка XFEL). Будут исследованы процессы интеркаляции атомов железа, кобальта и кремния под поверхность однослойного графена, синтезированного на металлической подложке. Будут получены новые сведения об элементном составе, атомном и электронном строении синтезированных наноструктур. Эти данные будут дополнены результатами исследования магнитных свойств указанных объектов, полученными на синхротроне методом магнитного линейного дихроизма в фотоэмиссии остовных электронов. Результаты проведенных экспериментов будут сопоставлены с результатами ab initio расчетов электронной структуры и магнитных свойств данных систем, выполненных методом функционала плотности. Будут проведены исследования процессов взаимодействия атомов магнитных металлов с поверхностью графена, выращенного на подложках карбида кремния. Будут синтезированы структуры типа графен-металл-карбид кремния и получена новая информация о механизме формирования и физических свойствах интерфейсов графен-металл в данных системах. Будут проведены исследования дефектов кристаллической структуры в объемных кристаллах и многослойных эпитаксиальных структурах на основе широкозонных полупроводниковых материалов (карбиде кремния, оксиде галлия, нитрид галлия). Будут проведены исследования структурных и физических свойств

металлических и оксидных наночастиц, нанопроволок, нанослоев, а также покрытий на их основе. Будут проведены исследования структурных и магнитных свойств широкого класса магнитных наносистем: островковых пленок металлов и немагнитных углеродных наночастиц, покрытых ионами металлов. Будут проведены исследования биологических объектов с неорганическими наносистемами. Будет изучена способность бисиликатов серебра образовывать коллоидные растворы и исследована их химическая стабильность в кислых галогенидных растворах. Будут проведены исследования структурных и физических свойств углеродных наносистем: наночастиц с контролируемым средним размером менее 4 нм, нанослоев с различным покрытием функциональными группами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А17-117062360038-9, 16.06.2017

КВАНТОВЫЕ И ВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Цель научного исследования: разработка новых математических методов исследования моделей квантовых и волновых систем, непрерывного и дискретного типа. Выявление новых эффектов в дираковских системах типа графена, системах дипольных экситонов, системах сверхпроводящих кубитов. Исследование направленной эволюции сложных сетей. Разработка методов асимптотического описания эффекта туннельной билокализации в квантовых моделях. Изучение свойств дискретно-ступенчатой аппроксимации решений гиперболических систем. Исследование устойчивости течений в задачах обтекания с иерархией времен, связанной с различными областями течения.

Задачи научного исследования: - Изучение математических моделей и характеристик квантовых, молекулярных, гидродинамических систем, в частности: исследование квантовых моделей деформированных двух- и трехмерных дираковских систем с внешним магнитным или внутренним псевдомагнитным полем, моделей плазмон-резонансных сенсоров на основе дираковских материалов; - Разработка математических методов управления свойствами системы дипольных экситонов, в частности, возникающей сверхтекучести и переключения в локализованную фазу, а также кинетики в системе поляритонов; - Изучение свойств систем кубитов, связанных с нестационарной полостью, и их реализации для сверхпроводящих цепочек; - Построение математических моделей направленной эволюции сложных сетей; - Разработка метода редукции резонансных систем и асимптотическое описание квантовой туннельной билокализации; - Исследование структуры пограничного слоя, который возникает при течении вязкой несжимаемой жидкости вдоль поверхностей с малыми периодическими или локализованными неровностями при больших значениях числа Рейнольдса; - Аналитическое и численное исследование уравнения типа Рэлея в задаче обтекания локализованных неровностей; - Изучение устойчивости течения в трехпалубной структуре Смита-Стюартсона и других, и в двухпалубной структуре для случая сжимаемой жидкости; - Разработка дискретно-ступенчатой аппроксимации решений систем гиперболических законов сохранения, основанной на методе слабых асимптотик.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ АААА-А17-117081050004-1, 08.08.2017

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЯ НАНОМАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СВЕРХПРОВОДНИКИ, МАГНИТНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ

Задачи проекта: 1. Выяснение механизмов фазового расслоения и формирования спиновых и зарядовых наноструктур в магнитных и сверхпроводящих материалах. 2. Разработка основ плазмонной спектроскопии на основе метаматериалов, содержащих диэлектрические и плазмонные резонаторы. 3. Теоретические и экспериментальные исследования гигантского комбинационного рассеяния в диэлектрических метаматериалах и создание эффективных химических и биологических сенсоров. 4. Изучение структурных, электронных и магнитных свойств материалов на основе графена (графен на подложке, двухслойный графен и др.). Электромагнитные явления в материалах на основе графена. Анализ квантовых кинетических явлений в графене и в других материалах с дираковскимп точками в энергетическом спектре. 5. Анализ электрофизических и магнитных свойств гетероструктур на основе разбавленных магнитных полупроводников, выявление механизмов взаимодействия между магнитными моментами и механизмов спин-зависящего электронного транспорта. 6. Определение оптимальных условий для идентификации фермиона Майораны в сверхпроводящих наноостровках на поверхности топологического диэлектрика. 7. Нахождение энергетических спектров и динамических процессов в ансамблях сверхпроводниковых кубитов в резонаторах для разработки квантовых вычислительных устройств и систем квантовой памяти.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117082340047-5, 04.08.2017

ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ СО СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТОЙ ПОВТОРЕНИЯ

Основной целью проекта является разработка компактного полностью волоконного высокостабильного лазера с пассивной синхронизацией мод, генерирующего в диапазоне 1.53-1.57 мкм импульсы длительностью 100-500 фс с частотой повторения в диапазоне от 10 ГГц и оптимизация его параметров. Ключевой характеристикой стабильности генерируемых импульсов является временной джиттер, для которого предполагается достичь значений на уровне единиц фс и менее, что обеспечит применимость такого лазера для многих задач радиофотоники. Для этого предполагается исследовать экспериментально и в численном моделировании различные варианты построения полностью волоконного ла-

зерного резонатора и различные способы достижения синхронизации мод на высокой частоте повторения.

Для достижения высокой частоты повторения выходных импульсов предполагается использовать режимы синхронизации мод на гармониках фундаментальной частоты резонатора, так и увеличивать фундаментальную частоту резонатора, предельно сокращая его длину. Ключевым фактором, который позволит достичь высокой стабильности генерируемых импульсов и малого джиттера, является максимально возможное повышение фундаментальной частоты волоконного резонатора, основанное на применении предельно коротких активных высоколегированных эрбиевых волокон с большим коэффициентом усиления, гибридных волоконных элементов и волокон с высокой нелинейностью.

Для реализации устойчивого режима синхронизации мод предполагается исследовать различные методы: основанные на Керровской нелинейности в волокне, так и насыщающихся поглотителях на новых материалах, таких как графен, а также гибридные схемы, сочетающие разные методы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А17-117041310027-3, 06.04.2017

НОВЫЕ ГРАФЕНОПОДОБНЫЕ БИСЛОЙНЫЕ СТРУКТУРЫ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОНИКИ И ОПТИКИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Фундаментальной научной проблемой, на решение которой направлен проект, является исследование физико-химических свойств новых квазидвумерных материалов на основе бислойного графена, содержащего отверстия с замкнутыми границами. Бислойный графен с отверстиями может быть использован для открытия запрещѐнной зоны в графене, диффузии и селекции различных жидкостей, а также биологических молекул. Такое применение наноструктуры может быть возможным если в процессе эксперимента станет возможным контроль размера и формы отверстий биграфена. Для решения этой задачи прежде всего необходимо подробное теоретическое описание атомной структуры, а также свойств наноматериала. До сих пор является не изученным сам процесс формирования отверстий в биграфене, а также отсутствует возможность контроля их размера и формы. Имея лишь информацию о свободной энергии каждой грани, можно построить равновесную модель кристалла и определить конечный тип огранки.

Таким образом, одним из основных этапов проекта будет построение равновесной формы границ отверстий в ходе их роста в биграфене. Другие фундаментальные задачи проекта – это исследование атомной геометрии, стабильности, механических, электронных, магнитоэлектрических и оптических свойств таких структур с помощью современных теоретических методов различного уровня. При этом полученные результаты будут сравнены со сторонними экспериментальными данными.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117041310220-8, 23.03.2017

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ ПОД ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ МЕХАНИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

В работе будет применена совокупность методов компьютерного моделирования, работающих на различных масштабных уровнях, к анализу эволюции структуры и свойств металлических и иных наноматериалов, подвергнутых интенсивным внешним воздействиям (пластическая деформация, ультразвуковая обработка, радиация, высокие градиенты температур) при учете нелинейных эффектов. В число применяемых методов входят: первопринципные расчеты, учитывающие электронную структуру вещества; молекулярная динамика, использующая эмпирические межатомные потенциалы; дискретная дислокационная динамика, базирующаяся на решениях теории упругости для дислокаций; метод конечных элементов, основанный на вариационных принципах континуальной механики.

Будут решаться следующие задачи: первопринципный расчет свойств пространственно локализованных колебательных мод в кристаллах, изучение влияния зернограничных сегрегаций на механические свойства металлических объемных наноматериалов; свойства наноматериалов на основе графена и других двумерных структур; роль нелинейных пространственно локализованных колебательных мод в формировании свойств наноматериалов. Будет проведен анализ эволюции дислокационных и дисклинационных ансамблей при ультразвуковой обработке материалов, анализ особенностей пластической деформации материалов и деталей конструкций в различных технологических процессах, таких как диффузионная сварка, сверхпластическая формовка и др.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117050410106-6, 21.04.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

В рамках выполнения проекта будут исследованы композиты, состоящие из двух различных магнитных монослоев соединений переходных металлов (ТМ) и слоя немагнитного проводящего материала между ними, в которых можно ожидать проявления эффекта гигантского магнетосопротивления. При этом в качестве немагнитной прослойки может быть использован графен либо слой диамагнитного представителя семейства соединений ТМ. Отличительной чертой данных композитов станет их наноразмерность.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117033010076-9, 17.03.2017

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СПИНОВЫХ, ОРБИТАЛЬНЫХ И ЗАРЯДОВЫХ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ И ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР

Проект посвящен теоретическому исследованию наномасштабных неоднородностей, спонтанно образующихся в материалах различной природы в основном благодаря межэлектронным корреляциям. Основываясь на значительном опыте проведенных ранее экспериментальных и теоретических исследований, будут уточнены связанные с явлением электронного фазового расслоения механизмы формирования неоднородных состояний и наноструктур в магнитных оксидах, в высокотемпературных сверхпроводниках (купратах и пниктидах), в структурах на основе графена и др. Особое внимание будет уделено материалам с дираковским спектром, в частности, графену и материалам на его основе, вейлевским полуметаллам (TaAs и др.) и топологическим диэлектрикам.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117021310363-4, 01.02.2017

ОПТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ИОННЫХ СИСТЕМ

Работа направлена на исследование оптических, электрофизических и фотоэлектрических свойств пленок оксида графена и пленок $CuIn_{1-x}Ga_xSe_2$, полученных методом фотостимулированной управляемой селенизацией.

Целью работы является получение новых фундаментальных результатов в спектральных исследованиях молекулярно-релаксационных процессов и структурно-динамических свойств конденсированных ионных систем в области фазовых превращений.

Планируется получение следующих результатов: - изменение края поглощения в пленках оксида графена, полученных различными методами; - получение совершенных полупроводниковых пленок $CuIn_{1-x}Ga_xSe_2$ на различных подложках методом фотостимулированной управляемой селенизацией; - увеличение скорости молекулярной релаксации в бинарных системах по сравнению с индивидуальными кристаллами; - уменьшение на несколько порядков величины сопротивления, смещение края поглощения в область низких энергий оксида графена с ростом температуры; - увеличение фоточувствительности пленок $CuIn_{1-x}Ga_xSe_2$ полученных методом селенизации; - обнаружение предпереходной области в окрестности структурных фазовых переходов в ионных системах; - изменение межмолекулярных, внутримолекулярных и релаксационных процессов в оксиде графена при различных температурах методом рамановской спектроскопии; - изменение внутримолекулярных и межмолекулярных взаимодействий в различных составах пленок $CuIn_{1-x}Ga_xSe_2$; - обнаружение области предплавления в окрестности фазового перехода «кристалл – расплав» в ионных системах.

Разработчик: ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ИМ. Х.И. АМИРХАНОВА - ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ДАГЕСТАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117091850101-8, 08.09.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕН - ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МОЩНЫХ ИОННЫХ ПУЧКОВ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Целью проекта является исследование электромагнитных свойств гетероструктур типа сандвич графен / полимер (полиметилметакрилат, ПММА) при воздействии мощных ионных пучков наносекундной длительности. В частности, будет изучена возможность модифицирования микроструктуры сэндвичей, определяющей электромагнитный отклик; будут определены оптимальные значения плотности тока пучка, интегральной поглощенной дозы для достижения максимального положительного эффекта увеличения поглощательной способности таких структур в ТГц области частот; будет исследована радиационная стойкость данных объектов к воздействию ионов, моделирующих и воздействие нейтронных потоков, представляющих интерес для создания ряда пассивных устройств высокочастотной электроники (фильтров, поляризаторов, коллиматоров, модуляторов) для применений в системах связи поколения 5G.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117041110124-1, 23.03.2017

ТРАНСПОРТНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ С ДИРАКОВСКИМИ ФЕРМИОНАМИ

Проект посвящен изучению транспортных и оптических явлений в материалах с дираковским спектром, в том числе, графене, двумерных топологических изоляторах, вейлевских металлах и полуметаллах, а также в двумерных полупроводниковых структурах с сильным спин-орбитальным расщеплением спектра. Отличительными особенностями этих систем является наличие двух типов носителей (в случае, когда уровень Ферми лежит в окрестности дираковской точки) и принципиальная роль топологических эффектов.

В проекте предполагается: исследовать механизмы положительного и отрицательного магнетосопротивления в системах с двумя сортами носителей. В частности, будет подробно изучено сильное положительное линейное магнетоспротивление двухкомпонентных систем, обнаруженное экспериментально в образцах на основе графена и двухслойного графена. Предполагается построить последовательную теорию этого явления с учетом конкуренции гидродинамических эффектов и эффектов, обусловленных рассеянием на беспорядке. Также будет изучено сильное отрицательное магнетосопротивление, обнаруженное в вейлевских металлах и имеющее чисто топологическую природу. Исследовать квантовые поправки к холловскому транспорту в структурах с двумя и более типами носителей. Предполагается рассчитать квантовые поправки к холловскому коэффициенту многокомпонентной системы.

Особое внимание будет уделено роли топологических эффектов. Исследовать отклик двухкомпонентных систем на внешнее переменное поле, с акцентом на изучение плазменных резонансов. Будет изучен эффект «храповика», усиленный плазмонами, в системах на основе графена и двумерного топологического изолятора с малой шириной запрещенной зоны. Также предполагается изучить возбуждение плазменных волн в вейлевских металлах и полуметаллах и их подавление разными видами беспорядка.

Будет изучена взаимная роль топологических эффектов и эффектов беспорядка, возможность их частичной или полной компенсации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117041810097-1, 05.04.2017

АТОМНАЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА, МАГНИТНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА НАНО-СТРУКТУРИРОВАННОГО ГРАФЕНА НА ВИЦИНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ SIC(001)

Во многих лабораториях мира проводятся интенсивные исследования синтеза графеновых слоев высокого качества на тонких изолирующих подложках большого размера, низкой стоимости, что, тем самым, позволяет разработать их массовое производство с последующим созданием супербольших интегральных схем в качестве замены кремниевой технологии.

Проект направлен на изучение свойств графена, синтезированного на поверхности эпитаксиальных пленок монокристаллического кубического SiC, предварительно выращенных на стандартных кремниевых пластинах, используемых для производства больших интегральных схем. Графен, выращенный на таких подложках состоит из нано-доменов и границ, которыми они соединены друг с другом, представляя собой перспективную систему для разработки новых электронных устройств, основанных на этом материале. В частности, электрические измерения такого графена показали открытие транспортной щели в само-упорядоченной системе нано-доменов графена синтезированного на поверхности эпитаксиальной пленки SiC, предварительно выращенной на вицинальной поверхности стандартной пластины кремния. Все это может привести к появлению новых перестраиваемых электронных наноструктур, изготовленных из графена на кубическом SiC, что открывает возможности для широкого спектра применений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117041410007-4, 03.04.2017

ТРАНСПОРТ ЭНЕРГИИ В КРИСТАЛЛАХ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ЧАСТОТАХ ВНЕ СПЕКТРА МАЛОАМПЛИТУДНЫХ КОЛЕБАНИЙ

В рамках данного проекта предполагается рассмотреть различные двумерные кристаллы (графен, графан, силицен, фосфорен, MoS_2), привлекающие в последнее десятилетие колоссальный интерес со стороны исследователей благодаря их уникальным свойствам и широким перспективам использования в нанотехнологиях.

Для этих материалов методами атомистического моделирования будут изучены свойства поддерживаемых ими дискретных бризеров, а также роль дискретных бризеров в транспорте энергии при внешних воздействиях на частотах вне фононного спектра кристаллов. Решение этой задачи внесет вклад в понимание роли дискретных бризеров в формировании таких фундаментальных физических свойств двумерных кристаллов как теплопроводность и теплоемкость. Будут предложены механизмы оптической накачки энергией двумерных материалов, что может быть использовано в различных приложениях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117121420031-5, 11.12.2017

ГИБРИДНЫЕ 2D-СТРУКТУРЫ «ГРАФЕН-КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ» С КОНТРОЛИРУЕМЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ФОТОВОЛЬТАИКЕ

Предлагаемый проект направлен на решение важной научной проблемы – разработку физических принципов создания и формирование гибридных 2D наноструктур «графен-квантовые точки» (КТ) с контролируемыми оптическими и фотоэлектрическими свойствами для производства, на их основе, высокоэффективных фотовольтаических элементов для нового поколения устройств оптоэлектроники и фотоники.

Основной задачей проекта является создание гибридных наноструктур и исследование физических механизмов, контролирующих фотогенерацию носителей заряда в тонких слоях КТ, нанесенных на поверхность графеновых листов, а также безызлучательного переноса носителей и энергии от КТ в графен. Эти исследования необходимы для достижения эффективного фотоиндуцированного управления электрическими параметрами фотовольтаических элементов на основе гибридных структур «графен – КТ». Актуальность проблемы, на решение которой направлен проект, определяется чрезвычайной востребованностью новых знаний, необходимых для практического применения данной отраслифизики и технологии наноструктур в инновационном развитии промышленности, экономики и социальной сферы Российской Федерации.

2D гибридные наноструктуры на основе графена с нанесенными на его поверхность КТ позволяют использовать: (1) уникальные свойства КТ как эффективного коллектора и концентратора световой энергии в широком спектральном диапазоне, (2) уникальные электрические свойства графена, для создания на их основе высокоэффективных фотовольтаических элементов для солнечной энергетики и оптоэлектроники.

Научная новизна поставленной задачи заключается в возможности создании новых материалов и исследовании фотоэлектрических параметров гибридных 2D наноструктур, состоящих из пластинмногослойного (или малослойного) графена, на поверхность которых нанесен тонкий слой КТ с оптическими переходами в видимой и ближней ИК-областях оптического спектра. В ходе выполнения проекта будут установлены физические механизмы, контролирующие фотогенерацию носителей в тонких слоях КТ, определены эффективность безызлучательного переноса носителей заряда и энергии от КТ к графену и параметры (статические и кинетические) фотоэлектрического отклика гибридной структуры на ее облучение светом различногоспектрального состава и интенсивности.

В результате выполнения проекта будут также получены прототипы конкурентноспособных фотовольтаических систем нового поколения, отличающихся повышенной эффективностью за счет эффекта мультиэкситонной генерации, а также устранения, вследствие использования КТ,

«окон прозрачности» сбора солнечной энергии, являющихся слабыми сторонами используемых солнечных батарей на базе кремния и германия. Коллоидные полупроводниковые нанокристаллы – квантовые точки (КТ) химического состава CdSe, PbS, $CuInS_2$ и др., сегодня относятся к группе наиболее хорошо изученных наноструктур с контролируемыми и воспроизводимыми оптическими и электрическими свойствами. КТ могут быть использованы как компонент гибридной структуры, играющий роль эффективного донора энергии фотовозбуждения, передающего ее другому компоненту, обладающему иной функциональностью. Например, это может быть перенос фотовозбужденных носителей от КТ к графену, на поверхности которого находится КТ, с целью изменения его электрических параметров. Особый интерес здесь представляют КТ на основе халькогенидов свинца (PbS, PbSe и PbTe) с оптическими переходами в ближней ИК области спектра, где сосредоточено до 35% солнечной энергии, которая не может быть утилизирована обычными солнечными батареями, поскольку попадает в область прозрачности Si и Ge – традиционных материалов солнечной энергетики.

Дополнительное преимущество этих КТ при возбуждении их светом видимой области спектра состоит в возможности одновременной генерации нескольких электрон-дырочных пар одним фотоном большой энергии. Наконец, уменьшение величины электрон-фононного взаимодействия в наноструктурах пониженной размерности, приводящее к эффекту фононного «бутылочного горлышка» в КТ, резко уменьшает вероятность деградации электронных возбуждений в тепло, что позволяет получать высокие эксплуатационные характеристики вольтаических элементов на основе КТ в ИК области без дополнительного охлаждения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

№ АААА-А17-117030310190-8, 18.02.2017

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПОЛЯРОННЫЙ ЭФФЕКТ И НЕОДНОРОДНЫЕ СОСТОЯНИЯ СПИНА И ЗАРЯДА В СИЛЬНО -КОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Планируется подробно рассмотреть термодинамические и транспортные проявления спиновых, зарядовых и орбитальных многочастичных электронных поляронных эффектов в широком классе сильно -коррелированных электронных систем. В частности, электронный поляронный эффект (ЭПЭ) и образование неоднородных (островковых) фаз Гриффитса и ферримагнитных спиновых поляронов в парамагнитной фазе для моносилицида марганца и проанализировано влияние этого эффекта на аномальные температурные и полевые зависимости сопротивления, магнетосопротивления и намагниченности в широком интервале температур и магнитных полей.

Будет изучено влияние кулоновских корреляций и беспорядка на спектр монослойного и бислойного графена, а также висмута и других полуметаллов с дираковским спектром.

В рамках двухзонной модели Хаббарда с узкой зоной и вырожденной двухзонной модели Хаббарда будет рассмотрено дополнительное сужение тяжёлой зоны за счёт одночастичной гибридизации и Хаббардовского взаимодействия с частицами широкой зоны, а также условия для расслоения на фазы и образования FM орбитальных поляронов в AFM орбитальной матрице. Также, в ограниченной геометрии микроконтакта будет рассмотрено проявление ЭПЭ и возникновение многочастичных резонансов Фано-Фешбаха в туннельной проводимости и плотности состояний в четырёхуровневой системе типа ромб с одной глубокой двухуровневой ловушкой в центре микроконтакта и двумя мелкими одноуровневыми ловушками по краям.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИМ. П.Л. КАПИЦЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117091340047-7, 30.08.2017

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТУННЕЛЬНЫХ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВСКИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДРУГИХ ДВУМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ

В рамках предлагаемого проекта предполагается комплекс экспериментальных и теоретических исследований электронных и оптических свойств гетеросистем на основе двумерных кристаллов. Исследованы свойства нульмерных квантовых объектов в туннельных гетероструктурах на основе графена, их влияние на модификацию зонной структуры, вплоть до появления запрещенной зоны в графене, и их роль в транспорте. Планируются теоретические исследования уровней Ландау и элементарных возбуждений в графене и графеновых гетероструктурах в сильных магнитных полях. Будет изучено влияние кулоновского взаимодействия и муарового потенциала на свойства элементарных возбуждений в этих системах. Будут рассчитаны оптические свойства системы графеновых полосок и определены особенности вращения плоскости поляризации такой метаповерхностью при ее работе в гиперболическом режиме.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117091340041-5, 31.08.2017

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СРЕД И ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Проект направлен на создание высокопроизводительного программного обеспечения для поддержки фундаментальных научных исследований в области астрофизики, физики наноразмерных объектов и систем, охраны окружающей среды. Новые математические и компьютерные модели будут учитывать широкий спектр физических факторов, определяющих свойства изучаемых объектов и явлений. Пакеты программ для моделирования с использованием современных методов распараллеливания ориентированы на применение вычислительной техники с графическими процессорами, что позволит наиболее эффективнопримениять программное обеспечение в научной практике в различных научных коллективах. Будут проведены серии вычислительных экспериментов для получения новых научных данных о физических механизмах, структуре и динамических характеристиках объектов и явлений.

Применение созданных пакетов программ для вычислительной астрофизики направлено на решение проблем темной массы вгалактиках и выявление физических механизмов, определяющих морфологические свойства спиральных галактик. Новые компьютерные модели

динамики поверхностных вод с учетом реальных свойств местности позволят решать задачи рационального природопользования и управления территориями, для которых гидрологический режим является критически важным. Будет создано программное обеспечение для моделирования многостадийных реакций переноса заряда в супрамолекулярных системах в полярных растворителях с несколькими временами релаксации и бимолекулярных фотохимических реакций на основе обобщенной интегральной теории встреч.

В рамках проекта будут программно реализованы модели для исследований взаимодействий предельно коротких оптических импульсов с наноразмерными структурами (нанотрубки, топологические изоляторы, графен) для решения задач проектирования новых устройств опто- и микроэлектроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117081640037-6, 01.08.2017

AB INITIO МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ, ЭЛЕКТРОННЫХ И СПИНОВЫХ СВОЙСТВ НОВЫХ 2D НАНОМАТЕРИАЛОВ

Решение проекта направлено на изучение влияния особенностей атомной и электронной структуры интерфейсов («модифицированный графен)/(графеноподобные фазы: оксиды металлов, полупроводники A3B5) на электронные и спиновые свойства двумерных наноматериалов, что соответствует ключевой проблеме (П14-2-7): прогнозирование функциональных свойств новых углеродных материалов. Установлено, что элементы интерфейса могут быть получены в виде монослоев, что делает их весьма привлекательными материалами, как с практической, так и с фундаментальной точки зрения. Изучаемые в проекте материалы демонстрируют широкий спектр электронных свойств: от диэлектрических до полупроводниковых, полуметаллических и металлических. Открыты новые свойства графена, связанные со спиновой поляризацией, и показана возможность управления электронной структурой, ферромагнетизмом и транспортными свойствами подобных гетероструктур с помощью комплекса эффектов и электромагнитных полей. Установление закономерностей в предложенных интерфейсах позволит управлять намагниченностью и транспортными свойствами двумерных систем без использования магнитного поля.

Таким образом, данные материалы являются крайне перспективными и могут найти свое применение во многих областях науки и техники (например, в наноэлектронике и спинтронике). Научная новизна проекта заключается в предсказании и теоретическом обосновании новых гетероструктур на основе интерфейсов («модифицированный графен)/(графеноподобные фазы: оксиды металлов, полупроводники A3B5), их атомной структуры и электронных и спиновых свойств. Ранее исследований по задачам, предложенным в проекте, не проводилось, что дает все основания судить об актуальности планируемых исследований.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117120570017-6, 27.09.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ 2D МАТЕРИАЛОВ И ФУНКЦИАНАЛИЗИРОВАННЫХ 2D МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Исследование структуры пленок графена и графена, функциализированного в нитрате железа и нитевидные кристаллы BiSb (с использованием режима HRTEM). Вырезка тонких пластин (ламелей) из пленки BiSb с нитевидным кристаллом ионным пучком. Исследование кристаллографической ориентации нитевидных кристаллов BiSb и соседних зерен пленки BiSb (с использованием режима HRTEM).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ АААА-А17-117031050041-1, 28.02.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРО- И МАГНИТОАКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ВОЛНОВОДНЫХ, ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ И РЕШЕТОЧНЫХ СТРУКТУР

Создание функциональных структур с оптимальными для решения конкретных практических задач свойствами требует усиления или подавления некоторых свойств отдельных материалов и привлечения теоретических, вычислительных и экспериментальных методов анализа. Использование гибридных планарных структур позволяет с помощью внешних полей гибко управлять спектральными характеристиками излучения, перестраивать ширину и положение запрещенных зон, управлять интенсивностью и поляризацией отраженного или прошедшего излучения, добиваться замедления света или идеального их туннелирования. Поэтому исследования волновых процессов в планарных волноводных (ПВ) и фотонно-кристаллических (ФК) структурах, созданных на основе графена и ПАМ имеют не только фундаментальное, но и важное практическое значение.

В рамках проекта предполагается проведение следующих исследований: 1. Исследование волноводных свойств, поляризационных и энергетических характеристик ПВ структур на основе графена и ПАМ при воздействии управляющего магнитного (электрического) поля, исследование поверхностных и волноводных мод в спектральных областях положительных и отрицательных значений диэлектрической проницаемости графена; 2. Поиск условий формирования спектров отражения и пропускания ФК структур с заданными характеристиками, повышение степени локализации излучения в брэгговском микрорезонаторе и разработка методики снятия локализованной мощности, управление спектрами отражения и пропускания магнитным и электрическим полями; 3. Разработка методов управления формой и положением ФЗЗ, формой спектральной линии дефектной моды в активных ФК структурах (магнитоактивных и плазменно-активных) за счет возбуждения магнитного или плазмонного резонанса; 4. Определение условий эффективного управления состоянием и динамическим откликом дипольных решеток на воздействие внешних статических, высокочастотных и импульсных полей; 5. Проведение компьютерных экспериментов по модификации спектров отражения (пропускания) ФК структур,

по формированию новых ФЗЗ, подавлению дефектных мод с помощью внешнего магнитного поля в области магнитного и циклотронного резонансов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117041710019-4, 03.04.2017

ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ КОМПОЗИТНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ДЕКОРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ (ФУЛЛЕРЕН, ФУЛЛЕРЕНОЛ, ГРАФЕН) С УЧЕТОМ КОНЦЕНТРАЦИОННО-КВАНТОВОРАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСТРОЙСТВАХ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

Проект направлен на решение фундаментальной научной проблемы: управление оптическими и электрическими свойствами композиционных материалов за счет концентрационно-квантоворазмерных эффектов (ККЭ), возникающих при декорировании полупроводниковых и диэлектрических кристаллов углеродными наночастицами. Эта проблема имеет особую актуальность для разработки перспективных технологических процессов электрооптических и оптоэлектронных устройств, обеспечивающих повышение яркости, контраста, цветовой гаммы, а также стабильности материалов и снижения стоимости производства материалов и устройств.

Для решения проблемы будет осуществлена оригинальная разработка перспективных технологических процессов декорирования сегнетоэлектрических и люминесцентных кристаллов наночастицами фуллерена, фуллеренола, графена и исследование их влияния на электрические и оптические свойства созданных на их основе новых композитных материалов для устройств оптоэлектроники и отображения информации. Модифицирование поверхности впервые позволит не только управлять свойствами модифицируемого материала за счет ККЭ, но также регулировать донорно-акцепторные свойства поверхности материала. В свою очередь это позволяет управлять донорно-акцепторными взаимодействиями на границе раздела фаз в процессе формирования композитов на основе модифицированных материалов и фрактальной структурой композитов.

В результате выполнения проекта будут созданы и исследованы новые композиционные материалы на основе сегнетоэлектрических и люминесцентных кристаллов, с учетом ККЭ.

Сущность предлагаемого проекта состоит в исследованиях структуры и характеристик интерфейсов сегнетоэлектрических и люминесцентных кристаллов, физически легированных различными архитектурами и аллотропными модификациями углерода (фуллерен, фуллеренол, графен). Прикладным аспектом проекта является создание новых технологий микро- и наноэлектроники, опирающихся на ККЭ, обусловленных резкой зависимостью параметров новых композиционных материалов из сегнетоэлектрических и люминесцентных кристаллов от концентрации модификатора. Будут разработаны материалы с высокими значениями диэлектрической проницаемости, интенсивности люминесценции для изделий печатной электроники. Будут созданы материалы с эффективной электролюминесценцией для устройств отображения информации и светотехники. Будут разработаны уникальные методы синтеза композитных материалов, модифицированных наноуглеродными структурами (фуллерен, фуллеренол, графен). Будет исследовано влияние аллотропной формы и энергетических уровней наноуглерода на ККЭ.

Разработчик: ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ

№ АААА-А17-117033010075-2, 17.03.2017

НЕОДНОРОДНЫЕ МАЛОРАЗМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ СО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

В последние десятилетия появились средства контроля и изучения свойств твердых тел на чрезвычайно малых масштабах, что поставило перед исследователями новые вопросы о поведении пространственно-неоднородных многочастичных систем. В проекте предполагается изучить ряд двумерных (квазидвумерных) и трехмерных пространственно-неоднородных систем. Поставленные задачи являются естественным продолжением многолетней совместной работы с учеными из Японии. В частности, ранее было проведено исследование электронных свойств двухслойного графена с АА упаковкой.

В настоящем проекте планируется исследовать свойства подкрученного двухслойного графена. В подкрученном двухслойном графене кристаллические оси слоев составляют некоторый ненулевой угол, который может меняться в широких пределах. Если этот угол достаточно мал, то систему можно рассматривать, как состоящую из чередующихся островков с АА и АВ упаковкой, что создает необычную «муаровую» среду. В многочисленных экспериментальных и теоретических работах показано, что подкрутка кардинально сказывается на электронном спектре двухслойного графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117041310114-0, 29.03.2017

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ФУЛЛЕРЕНОВ В МИЦЕЛЛЯРНЫХ СРЕДАХ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект направлен на разработку научных основ создания новых функциональных наномодификаторов на основе углеродных наноструктур и неионных ПАВ для полимерных материалов.

Задачами проекта являются установление закономерностей эффективного диспергирования углеродных нанотрубок, фуллеренов, графена в воде и других жидких средах в присутствии ПАВ и их синергических смесей, оптимизация коллоидно-химических свойств полученных дисперсий, анализ возможностей их введения в полимерные материалы и контроля распределения в полимерной матрице. Детальное понимание процессов формирования нанослоев в дисперсиях углеродных наномодификаторов в сочетании с особенностями их взаимодействия с полимером

позволит целенаправленно регулировать поверхностные и объемные свойства гетерогенных полимерсодержащих систем (латексов, эластомеров, эпоксидных композитов, газонаполненных полимеров, пленочных материалов).

В рамках решения основной задачи проекта будет использован комплекс методов, включающий динамическое и электрофоретическое рассеяние света, адсорбционную спектроскопию, межфазную тензиометрию, электронную сканирующую, конфокальную и атомно-силовую микроскопию, а в качестве объектов предлагается использовать одностенные и многостенные углеродные нанотрубки, фуллерен С60, графен, оксиэтилированные производные изононилфенолов, блоксополимеры оксидов алкиленов, кремнийорганические ПАВ.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117012350141-4, 17.01.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА УСИЛЕНИЯ СИГНАЛА КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Целью проекта является исследование эффекта гигантского комбинационного рассеяния света (ГКРС) в присутствии углеродных нанотрубок. Работа по проекту включает в себя синтез образцов оксида графена, восстановленных до различной степени методом термического восстановления; исследование физико-химических характеристик образцов частично восстановленного оксида графена; синтез углеродных нанотрубок (УНТ) с использованием различных типов катализатора, различных углеродосодержащих газов и различных температурных режимов; исследование физико-химических характеристик УНТ, синтезированных при различных условиях.

Результаты экспериментов по усилению сигнала комбинационного рассеяния света в присутствии образцов частично восстановленного графена при различной степени восстановления и в присутствии УНТ будут использованы для установления механизма ГКРС и оптимизации условий, способствующих максимальному усилению.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

№ АААА-А17-117041810110-7, 30.03.2017

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАКОРОТКИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ЕСТЕСТВЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ И НАНОСТРУКТУРАМИ

Проект посвящен исследованию особенностей радиационных процессов при взаимодействии ультракоротких электромагнитных импульсов (УКИ) с естественными объектами и наночастицами, включая распространение УКИ в естественных средах и искусственных структурах.

Будет развита теория взаимодействия ультракоротких импульсов с веществом и их распространение в естественных и искусственных средах.

Предполагается рассмотреть следующие фотоиндуцированные процессы: поглощение и рассеяние УКИ на атомах, ионах, кластерах, полупроводниковых наночастицах, молекулах, оптических центрах в твердых телах, внешний и внутренний фотоэффект, а также распространение УКИ в однородной и неоднородной плазме, массивах квантовых точек, фотонных кристаллах, метаматериалах с отрицательным преломлением, двумерных структурах типа графена, распространение ультракоротких импульсов плазмон-поляритонов в проводящих наноструктурах различной формы, отражение и прохождение УКИ через плазменные слои и искусственные плазмонные и фотонные наноструктуры. Развитие теории и установление общих закономерностей и конкретных специфических черт взаимодействия УКИ различных типов в широком спектральном диапазоне с различными мишенями и средами распространения как естественными, так и искусственными.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А17-117112420095-5, 10.11.2017

НАНОФОТОНИКА И КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Исследование фундаментальных проблем теории резонансных наноструктур, нелинейной динамики и оптики атомных и поляритонных наноструктур. Исследование транспортных свойства неоднородных низкоразмерных систем. Исследование оптических свойства пленок топологического изолятора и графена, разработка новых методов создания наноструктур с использованием лазерных и электронных пучков. Исследование селективного воздействия лазерного излучения на квантовые объекты вблизи наноразмерных структур.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ СПЕКТРОСКОПИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117042450088-8, 14.04.2017

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА И ТЕРМОИНТЕРФЕЙСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

В последние годы в связи с ростом энергетической мощности большинства устройств слаботочной и сильноточной электроники и энергетики, оптоэлектроники, созданием центров обработки данных, систем хранения и обработки информации, с развитием современных телекоммуникационных систем и т.д., а также систем хранения электрической энергии (в частности, литий-ионных и других батарей), все важнее и критичнее становится проблема термостабилизации и отвода избыточного тепла от указанных устройств. Последние события, связанные с возгоранием и взрывами систем хранения энергии в литий-ионныхаккумуляторах, проблемы возникновения «тепловой стены» в законе Мура за счет невозможности отвода тепла от горячих точек наноразмерных компонентов электроники и оптоэлектроники, проблемы охлаждения антенных устройств в ограниченных пространствах их конструктивных решений, невозможность эффективного охлаждения сверхъярких светодиодных блоков и т.д. – делают вопросы теплоотвода и термостабилизации одними из важнейших проблем

современной и будущей перспективной энергетики, микро- и наноэлектроники и оптоэлектроники.

Решение указанных проблем связано с необходимостью разработки и создания функциональных энергоэффективных поверхностей для интенсификации тепломассообмена и термоинтерфейсных материалы для охлаждения электронных и энергетических устройств.

Цели и задачи настоящей работы состоят в исследованиях новых функциональных энергоэффективных материалов, в изучении их теплофизических и электрофизических свойств, процессов смачивания и растекания по поверхностям этих материалов потенциальных рабочих жидкостей, которые могут использоваться в широком диапазоне их состояний (от жидкого до парообразного) для снятия и теплоотвода с поверхностей избыточной тепловой мощности и их термостабилизации.

В рамках работы предполагается разработка и создание функциональных энергоэффективных поверхностей, обработанных фемтосекундными лазерными импульсами, мезоструктурных поверхностей с оригинальными компонентами в виде монодисперсных микросфер различного диаметра, нанокомпозитов и нанокомпаундов с полимерными матрицами и нановключениями на базе нанопроволок, нанотрубок и наночастиц, включая наноалмазы, графен и графеновые структуры. Будут также исследованы новые высокотемпературные керамические материалы на базе нитрида алюминия для включения их в схемы отвода тепла с добавлением других термоинтерфейсных материалов. Для большинства указанных материалов ранее не исследовались теплофизические и электрофизические, а также механические (например, прочность на сжатие и на разрыв) свойства.

Научная новизна проекта состоит в разработке и создании новых перспективных энергоэффективных материалов, в создании и освоении методик измерения механических, теплофизических и электрофизических характеристик получаемых материалов, проведении серий исследований по потенциальному технологическому использовании полученных материалов для систем охлаждения устройств энергетики и электроники, оптоэлектроники, систем телекоммуникаций.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

№ АААА-А17-117122790020-2, 25.12.2017

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ, МАГНИТНЫХ И ФОНОННЫХ СОСТОЯНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект направлен на исследование влияние структурных неоднородностей на электронные и транспортные свойства монослоя черного фосфора (фосфорена) в присутствии наклонного магнитного поля. Будут изучены магнитотранспортные свойства в низкотемпературном режиме с учетом рассеяния примесей. Вычислены зависимости продольного сопротивления Холла от магнитного поля. Планируется теоретическое исследование влияние N-легирующих примесей на непроницаемость малоуглеродистого графена (FLG), выращенного на меди с использованием химического осаждения из паровой фазы. Планируется определить влияние границы зерен в FLG на их проницаемость для кислорода. Часть работы будет связана с компьютерным моделированием электронной структуры, магнитных свойств и динамики решетки новых систем органометаллических соединений $Cu(C_8H_6N_2)Cl_2$, $Cu(C_8H_6N_2)Br_2$, IPA- $CuCl_3$, $NiCl_2$*4SC$(NH_2)_2$[DTN]. Будут рассчитаны обменные взаимодействия и исследовано влияния замещения Cl на свойства рассматриваемых систем.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»

№ АААА-А18-118111690074-9, 13.11.2018

ОПТИЧЕСКИЕ И МНОГОЧАСТИЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ГРАФЕНОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ, А ТАКЖЕ В ГИБРИДНЫХ СТРУКТУРАХ «ДВУМЕРНЫЕ КРИСТАЛЛЫ – ПОЛУПРОВОДНИКИ»

В проекте предполагается провести исследования транспортных и оптических свойств ван-дер-ваальсовских гетероструктур на основе графена и других двумерных кристаллов (нитрид бора, хелькогениды молибдена или вольфрама, селенида индия и т.п.), а также гибридных систем, реализуемых путём комбинирования двумерных кристаллов друг с другом и с полупроводниковыми структурами.

Актуальность и значимость проекта состоит в обнаружении новых фундаментальных эффектов для реализации приборов наноэлектроники и нанофотоники. Планируется исследование абсолютно новых, не существовавших ранее в природе и технологии объектов – вандерваальсовских гетероструктур и гибридных гетеросистем – с помощью магнитотуннельной резонансной спектроскопии в сочетании с оптическими методами. Данные исследования электронного транспорта, фотоэлектрических, фототермоэлектрических и фотозатворных эффектов, механизмов генерации-рекомбинации, переноса и захвата носителей заряда в структурах на основе различных графеноподобных и полупроводниковых материалов и в гибридных геетеросистемах позволят нам выявить преимущества вандерваальсовых структур по сравнению с традиционными гетероструктурами. Будет изучена перспективность таких структур для фотодетектирования и методы повышения его эффективности, такие как, например, введение резонаторных слоев и применение сенсибилизаторов. Будет изучена роль многочастичных корреляционных явлений в таких системах. Предполагается также исследование фотоэлектрических и транспортных свойств AlGaAs/InAs гетероструктур с квантовыми точками и изучение возможностей реализации однофотонных детекторов и элементов оптической памяти на основе таких систем.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118042790131-5, 27.04.2018

НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ И МЕЗОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

В рамках данной темы будут проводиться исследования по следующим направлениям: 1. Исследование свойств аморфных сверхпроводящих материалов с очень сильным беспорядком вблизи их квантового фазового перехода в диэлектрическое состояние. 2. Изучение проблем,

связанных с локализацией точных собственных состояний взаимодействующих квантовых систем (т.н. «многочастичная локализация») на примере одномерных спиновых цепочек с беспорядком и случайных графов малой связности. 3. Исследование квантовых фазовых переходов сверхпроводник – металл в «грязных» тонких пленках и гибридных структурах (сверхпроводник-графен, сверхпроводник-топологический изолятор). 4. Исследование краевых майорановских состояний в гибридных структурах из сверхпродников и топологических изоляторов. 5. Исследование электронного квантового транспорта в нанопроволоках из висмута, сверхпроводящих и магнитных металлов. 6. Теоретическое описание сильно неупорядоченных сверхпроводников. 7. Квантовый транспорт в квазиодномерных системах. 8. Одномерные электронные системы за пределами модели Томонаго. 9. Андерсоновская локализация в системах с киральной симметрией. 10. Теория металлического состояния системы сверхпроводящих островков на пленке графена. 11. Развитие методов сигма-модели для последовательного учета эффектов электрон-дырочной асимметрии. 12. Изучение Майорановских фермионов в мезоскопических системах, в частности, транспортные свойства сверхпроводящих гибридных систем, содержащих локализованные Майорановские состояния.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Л.Д. ЛАНДАУ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118051490080-1, 14.05.2018

МЕХАНИЗМ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ И КВАНТОВЫЕ СОСТОЯНИЯ В ПОЛУЧЕННЫХ 2D СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ХАЛЬКОГЕНИДОВ III ГРУППЫ, ГРАФЕНА И СВЕРХТОНКИХ СЛОЕВ КРЕМНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Проект включает теоретические и экспериментальные исследования транзисторных структур на основе низкоразмерных материалов: тонких слоев кремния, кремниевых нанопроводов и графена. Работа нацелена на совмещение двух направлений в развитии современной цифровой электроники: снижение энергопотребления (low-power) и увеличение рабочей частоты (high-performance). Такую возможность предоставляют туннельные транзисторы, обладающие высокой подпороговой крутизной (сильной зависимостью тока от напряжения на управляющем электроде-затворе). Предельную крутизну можно достичь с помощью электрического легирования, при котором области с разным типом проводимости (n- и p-) создаются при подаче соответствующего напряжения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ К.А.ВАЛИЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118102490069-5, 23.10.2018

ЗАМЕДЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ВОЛН В КОНИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТОВ СВЯЗИ И УСИЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТЕРАГЕРЦОВЫХ НАНОВОЛНОВОДОВ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В рамках данного проекта предполагается теоретически изучить замедление и усиление терагерцовых плазменных волн в конических структурах на основе графена двух типов: с одним слоем графена, экранированного металлом, и с двухслойным графеном.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А. КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118090790028-9, 05.09.2018

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ В СИЛЬНОКОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ И МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ В МАТЕРИАЛАХ СО СЛОЖНЫМ СТРОЕНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Целью НИР является комплексное экспериментальное исследование электронных явлений переноса в материалах со сложным строением энергетического спектра (высокотемпературные сверхпроводники, манганиты, графен), разработка, обоснование и апробация новых методов их описания, способных объяснить наличие всех особенностей температурных и концентрационных зависимостей кинетических коэффициентов, характерных для исследуемых соединений, и позволяющих на основе комплексного количественного анализа экспериментальных данных получать новую информацию о параметрах энергетического спектра и системы носителей заряда в данных соединениях.

В результате будут выяснены физические наличия у исследуемых материалов необычных свойств и механизмы влияния параметров системы носителей заряда на параметры исследуемых соединения, важные с практической точки зрения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

№ АААА-А18-118070490048-2, 03.07.2018

УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ, ФИЗИЧЕСКИМИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ГРАФЕНА ПУТЕМ ЕГО УПРУГОЙ И НЕУПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ

В проекте планируется создание молекулярно-динамических моделей графена и других двумерных материалов с целью изучения их свойств при нагреве, приложении напряжения, осциллирующих полей, химического модифицирования, а также компьютерных моделей для первопринципного моделирования структуры и свойств графена и других двумерных материалов в различных структурных состояниях. При изучении нелинейной динамики

кристаллической решетки графена методом молекулярной динамики будут найдены подходящие начальные условия для возбуждения дискретных бризеров. Будет установлена роль дискретных бризеров и нелинейных колебательных мод в процессах возникновения или залечивания дефектов. Будут изучены механизмы передачи энергии двумерному кристаллу при локальном воздействии на него на частотах вне фононного спектра кристалла.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118110790044-4, 06.11.2018

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ФТОРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА НА МОРФОЛОГИЮ, СТАБИЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ ЯЧЕЕК

Проект направлен на выяснение возможности применения фторированных углеродных нанотрубок (УНТ) и графена в качестве компонента активной среды органических фотовольтаических ячеек. По сравнению с немодифицированными УНТ, уже используемыми в органической фотовольтаике, фторированные аналоги имеют ряд преимуществ (отсутствие в смеси металлических УНТ, возможность подстраивать ширину запрещенной зоны путем изменения степени фторирования, лучшая растворимость в органических растворителях). Поэтому, фторированные УНТ — новый перспективный материал для применения в органической фотовольтаике. Для целенаправленного использования фторированных УНТ необходимо определить их роль в механизме фотоэлектрического преобразования.

В рамках проекта это будет сделано с использованием комплекса методов (оптическая спектроскопия, ЭПР, атомно-силовая и электронная микроскопия, электрофизические измерения). С помощью добавки фторированных УНТ планируется повысить эффективность уже используемых в фотовольтаике композитов полимер/фуллерен. Дальнейшая задача — разработка бинарного фотовольтического композита, в котором фторированные УНТ либо фторированный графен являются донорами электрона, а акцепторами – нефуллереновые органические молекулы, которые планируется синтезировать в рамках проекта. Такой композит, не содержащий дорогостоящих фуллеренов и сопряженных полимеров, известных своей фотохимической нестабильностью, может быть востребован для промышленного производства относительно дешевых органических солнечных батарей.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ И ГОРЕНИЯ ИМ. В.В. ВОЕВОДСКОГО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118121890002-9, 13.11.2018

МЕХАНИКА ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИТОВ «МЕТАЛЛ–ГРАФЕН»

Общей целью предлагаемого проекта является выявление механизмов и построение теоретических моделей прочности и трещиностойкости наноламинированных композитов «металл–графен» и композитов «нанодвойникованный металл–графен».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118012390319-4, 23.01.2018

ИЗУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ. МЕЗОСКОПИЧЕСКИЕ СВЕРХПРОВОДНИКИ И КВАНТОВЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Исследование зависящей от частоты проводимости двумерных систем типа графена, фосфорена и т.п. Исследование роли квантовых и тепловых флуктуаций в окрестности квантового фазового перехода сверхпроводник-металл в решетке малых сверхпроводящих островков, нанесенных на неупорядоченный графен.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Л.Д. ЛАНДАУ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118060890083-0, 31.05.2018

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Для получения и дальнейшего использования современных материалов, свойства которых определяются внутренней структурой, необходим новый подход в разработке математических моделей, описывающих поведение таких материалов под воздействием физических полей различной природы. Он заключается в учете нелокальных эффектов по пространству и по времени, которые имеют место в структурно-чувствительных материалах. Такой подход позволит учесть и особенности получения таких материалов. Кроме того, для использования того или иного структурно-чувствительного материала необходимо располагать оценками его термоупругих, тепловых и электрофизических характеристик. Эти оценки могут быть получены на основе вариационных формулировок соответствующих задач.

В ходе проекта будут разработаны новые математические модели, позволяющие описать термомеханические процессы в структурно-чувствительных материалах; методы и алгоритмы численного анализа разработанных моделей; методы оценки эффективных термомеханических свойств материалов в зависимости от типа упрочняющего элемента (различные наноразмерные структуры на основе графена).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА» (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118112790070-7, 21.11.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОЙ НЕЛОКАЛЬНОСТИ ПРОЦЕССОВ РАССЕЯНИЯ НОСИТЕЛЕЙ ТОКА В КВАНТОВОМ КИНЕТИЧЕСКОМ УРАВНЕНИИ В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ

Создание новых микро- и наноэлектронных устройств требует широкого теоретического исследования задач электронного переноса в новых материалах. Одним из наиболее обоснованных методов, явно учитывающий микроскопические механизмы электрон-фононного, электрон-фотонного, электрон-электронного взаимодействия в кристалле является метод квантового кинетического уравнения. Квантовые кинетические уравнения – интегродифференциальные уравнения, поэтому их решение сопряжено со значительными вычислительными трудностями. В настоящее время известно довольно много работ, касающихся исследования транспортных свойств полупроводниковых структур (сверхрешетки, щелевая модификация графена) на основе аналитического решения квантового кинетического уравнения с использованием ряда допущений и приближений, однако работ, касающихся численного решения таких уравнений, сравнительно мало. Особенностью рассматриваемого типа уравнений в том, что скорость изменения искомой функции распределения по времени, вообще говоря, зависит от значений функции распределения во все предыдущие моменты времени, поэтому решение приходится проводить методом итераций. В настоящее время развитие суперкомпьютерных технологий, в частности, архитектур Intel MIC и NVidia CUDA, позволяющих задействовать большое число вычислительных ядер, и значительные объемы оперативной памяти вычислительных кластеров, позволяют приступить к непосредственному численному решению квантовых кинетических уравнений. Необходимость использования метода итераций требует очень много вычислительного времени (время квадратично по числу итераций) для нахождения решения квантового кинетического уравнения на больших временах от начала отсчета, поэтому предполагается, во-первых, уменьшить время одной итерации за счет частичной векторизации вычислений, во-вторых, выяснить на основе численного исследования характерное время релаксации системы, что позволит снизить сложность алгоритма решения рассматриваемого уравнения до константной. Разработка алгоритмов численного решения квантовых кинетических уравнений, адаптированных под современные вычислительные системы, позволит уточнить результаты изучения явлений переноса в низкоразмерных полупроводниковых структурах, полученные ранее на основе аналитического подхода, и выявить новые эффекты, проявляющиеся в рассматриваемых материалах в сильных внешних электромагнитных полях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118040590019-4, 02.04.2018

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА АЗОТДОПИРОВАННЫХ И ФОСФОРДОПИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ ПЛЁНОК

Актуальность развития методов получения графена и изучения его свойств обусловлена его уникальными характеристиками. Графен имеет высокую электро- и теплопроводность, прозрачность и механическую прочность, что делает его интересным материалом для многих приложений. Одним из методов синтеза графена и допированных графенов является метод CVD (химическое осаждение из газовой фазы). Допирование графена атомами других элементов кардинальным образом меняет свойства и электронную структуру получаемых пленок. Исследования по CVD синтезу графеновых плёнок допированных фосфором в литературе не описаны.

В данной работе планируется провести синтез графеновых пленок с использованием разных источников азота (пиридин, метиламин и ацетонитрил) и фосфора (трифинилфосфин и фосфин), а также с разной концентрацией приведенных выше допирующих агентов. Полученные пленки будут исследованы с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), рентгенофотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и атомно-силовой микроскопии (АСМ). Планируется исследование электропроводности и подвижности носителей зарядов. В результате будут получены зависимости структуры, электронного строения и свойств графеновых пленок от концентрации и природы источников азота или фосфора.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118110990028-2, 06.11.2018

ТЕПЛООБМЕН НА ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ – ГРАФЕН В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Проект направлен на создание интерфейсов графен-наночастицы и исследование процессов теплообмена в данных системах. Развиваемые в проекте направления находятся на передовом научном уровне. Это физические и химические процессы при формировании графена при термическом разложении метана. Процессы формирования наночастиц на поверхности графенового слоя, закрепленного на различных подложках при напылении методом лазерной абляции. И теплообмен в системах графен-металл и графен – полупроводник. В результате реализации проекта: будут получены новые данные о кинетике роста графена на медной подложке, будут синтезированы однослойные графеновые кристаллы размером не менее 0,5 см; будут получены данные о кинетике формирования наночастиц на графеновом кристалле и поликристалле; будет развита технология получения композитов графен – наночастицы, лазерным напылением; будут получены композиты на основе графена и наночастиц золота, серебра и сплавов золото-серебро и исследованы их морфология, оптические и электрические свойства; будет развита новая методика анализа процессов теплообмена наночастиц с тонкой пленкой.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118091190047-3, 11.09.2018

РЕЗОНАНСНЫЙ ФОТОДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ CVD-ГРАФЕНА С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ БРЭГГОВСКИМ ОТРАЖАТЕЛЕМ, СФОРМИРОВАННЫЙ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВОЙ ЭПИТАКСИИ: ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ

В ходе проекта предполагается развить новый подход, основанный на формировании распределённых брэгговских отражателей на основе слоев AlAs/AlGaAs, полученных методом молекулярно-пучковой эпитаксии. Первые результаты по повышению длины взаимодействия света с графеном, основанные на использовании геометрии РБО демонстрируют повышение чувствительности фотодетекторов на основе графена.

Новизна проекта состоит в использовании полупроводниковых РБО взамен диэлектрических. Полупроводниковые РБО, выращенные методом молекулярно-пучковой эпитаксии, имеют высокое структурное качество, что позволяет формировать «глухие» зеркала с коэффициентом отражения 99.99% и выше, что активно применяется при формировании вертикально-излучающих лазеров и резонансных фотодетекторов. Предполагается, развитие данного подхода позволит повысить чувствительность фотодетекторов на основе CVD-графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Ж.И. АЛФЕРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118011190089-1, 10.01.2018

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ НОСИТЕЛЕЙ В СРЕДАХ С РЕДУЦИРОВАННОЙ РАЗМЕРНОСТЬЮ

Моделирование поведения носителей в средах с редуцированной размерностью «из первопринципов» актуально по причине активных попыток технологического использования материалов такого типа (прежде всего – графена). Базой для предлагаемого проекта являются результаты использования кинетического подхода для описания квантово-полевых процессов в присутствии внешнего электрического поля. Обобщение этих методов на случай графена как двумерной среды со светоподобным законом дисперсии заряженных носителей позволило построить строгую не зависящую от теории возмущений квантово-полевую модель его реакции на действие внешнего электрического поля с произвольной зависимостью от времени (как напряженности поля, так и его направления). Это открывает возможности для детального исследования протекающих в этих условиях процессов, их временных (частотных) характеристик и т.п. Вычислительная сложность модели требует использования высокопроизводительных параллельных систем, и её программная реализация на современных аппаратных платформах позволит получить новые, имеющие практическое значение результаты.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

№ АААА-А18-118112490002-1, 24.11.2018

РФФИ-18-29-19113_ МК «ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ, ГРАФЕНЕ И НАНОПОЛОСАХ ГРАФЕНА С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРОЙ»

Целью данного проекта является проведение комплексного многостороннего экспериментального исследования фотоиндуцированных процессов в полупроводниковых одностенных углеродных нанотрубках и графене с различной степенью модификации электронной структуры за счет допирования, и в нанополосках графена различной геометрии, терминированных различными атомами.

Полученные результаты будут важны для создания новых лазерных сред и нелинейно-оптических элементов. Такие наноуглеродные материалы перспективны также для создания проводящих прозрачных электродов.

Для диагностики будут использованы методы оптической спектроскопии и время-разрешенной спектроскопии, структурные методы (просвечивающая микроскопия высокого разрешения и атомно-силовая микроскопия), терагерцовая спектроскопия. Особое внимание будет уделено фотолюминесцентным исследованиям. Материалы с изначально отсутствующей запрещенной зоной (графен, нанополосы графена) будут модифицированы посредством газофазного допирования или терминирования краев. Pump-probe спектроскопия добавит данные о временах жизни многочастичных возбуждений и о путях переноса энергии в допированных углеродных наноструктурах. Важную роль будет играть определение геометрических характеристик микроскопическими методами. По результатам выполнения проекта будут выработаны рекомендации для дальнейшего технологического применения наноуглеродных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118013090056-8, 25.01.2018

ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ОДНОМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Проект направлен на создание и исследование нового углеродного нано-размерного материала – протяженных полос графена (ПГ) со встроенными атомами металлов. Ширина полос, геометрия их краев, наличие дополнительных неуглеродных атомов на краях и их встраивание внутрь самих полос определяют свойства сформированных одномерных ПГ. Создание полос с заданной шириной и геометрией краев остается очень тяжелой задачей.

На данный момент влияние строения ПГ на их электронную структуру остается слабо изученным экспериментально, в частности, нет данных о влиянии геометрии полосы и наличия дополнительных неуглеродных атомов на электронные и оптические свойства. Существует несколько различных методов создания ПГ: расшивка многостенных углеродных нанотрубок, химический синтез, формирование полос на подложке с заданными параметрами кристаллической структуры. При этом, как правило, отсутствует возможность контроля геометрических параметров для протяженных и узких ПГ. В случае создания ансамбля нанообъектов с различной структурой в значительной степени усложняется

исследование их физических свойств. Теоретические расчеты предсказывают сильное влияние наличия гетероатомов встроенных в полосы на их электронную структуру.

В ходе выполнения проекта будут созданы сверхузкие протяженные ПГ, изучены их свойства. Будет проведена полимеризация органических молекул внутри одностенных нанотрубок с одинаковыми диаметрами с целью контроля ширины создаваемых ПГ. Будет исследовано влияние встраивания атомов металлов в ПГ на электронную структуру наноматериала. Будут изучены механизмы передачи энергии между ПГ и внешней оболочкой нанотрубки в композитных соединениях на основе одностенных углеродных нанотрубок и полос графена. Композитные соединения являются перспективным материалом для применений, в частности, могут быть использованы в качестве прочных наноизлучателей в видимом и ближнем ИК диапазонах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118111590098-6, 15.11.2018

НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОСЛОЕВ ГРАФЕНА

Данный проект предполагает проведение экспериментальных и теоретических исследований нелинейно-оптических свойств графена в сильном ТГц поле, в том числе при совместном воздействии с оптическим и инфракрасным излучением. Программа экспериментальных исследований включает: a) Исследование эффекта возбуждения оптической эмиссии графена мощным ТГц излучением. b) Исследование воздействия мощного ТГц излучения на поглощение и пропускание образцов графена в оптическом и терагерцовом диапазонах. c) Исследование генерации гармоник оптического излучения в графене в присутствии мощного терагерцового излучения.

В плане теоретической поддержки описанной выше экспериментальной программы предполагается развитие теоретических моделей, которые будут: описывать воздействие терагерцового и оптического полей на ансамбль квазичастиц за рамками теории возмущений. Данный проект существенно расширит существующие на данный момент знания о нелинейно-оптических свойствах графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118040590156-6, 03.04.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА В СЛОИСТЫХ ПРОВОДЯЩИХ СИСТЕМАХ

Фундаментальной научной проблемой, на решение которой направлен проект, является теоретическое исследование электронных свойств сильно анизотропных слоистых проводников. Достаточно большой интерес представляет также и многослойный графен с различными упаковками слоев. Планируется описать взаимодействие угловых и квантовых осцилляций магнитосопротивления, которые обычно учитываются независимо. Будет проведено теоретическое изучение медленных осцилляций магнитосопротивления, возникающих из-за бислойного расщепления электронного спектра.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ АААА-А18-118020790076-7, 04.02.2018

НАНОСТРУКТУРЫ С ДИРАКОВСКИМ ЗАКОНОМ ДИСПЕРСИИ КАК СРЕДА С УСИЛЕНИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА

Проект направлен на создание физических основ генерации терагерцового излучения в структурах на основе графена. Одной из целей проекта является получение стимулированного излучения терагерцового диапазона в инжекционных лазерах на основе графеновых структур, использующих эффект усиления поверхностных плазмон-поляритонов (спазерах). Помимо графена будут исследованы структуры с квантовыми ямами, позволяющие реализовать бесщелевой линейный (или близкий к нему) закон дисперсии носителей: HgTe/CdHgTe с толщинами слоев вблизи «критических» значений (соответствующих нулевой ширине запрещенной зоны). Во всех структурах будут рассчитаны спектры динамической проводимости и определены спектральные области, в которых возможно усиление терагерцового излучения при различных уровнях межзонного оптического и токового возбуждения (различных концентрациях неравновесных носителей), а также будут проведены экспериментальные исследования фотолюминесценции в условиях импульсного оптического возбуждении при различных температурах T = 18 – 300 K, интенсивностях и длинах волн накачки, дана оценка перспективности структур для создания спазеров ТГц диапазона.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118051690130-1, 15.05.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ АНОМАЛЬНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Процессы аномальной теплопроводности вызывают всё больший интерес у исследователей в связи с обнаружением аномальных свойств у ряда наноматериалов и наносистем (листы графена, нанотрубки и т.д.).

Проект направлен на разработку физико-математической модели, вычислительных алгоритмов и комплекса программ для моделирования теплопроводности углеродных наноструктур. Планируется детальное исследование влияния исходных параметров образца на наблюдаемые режимы теплопроводности. Предлагается комбинированное использование прямого молекулярно-динамического моделирования процессов теплопередачи на микроуровне и аппарата дробно-дифференциального исчисления для описания явления на макроуровне.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118112190022-2, 20.11.2018

ВЫСОКОДОБРОТНЫЕ И PT-СИММЕТРИЧНЫЕ ПЛАЗМОННЫЕ МОДЫ В ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУРАХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НЕОХЛАЖДАЕМЫХ УСТРОЙСТВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА

Графен является перспективным материалом для создания терагерцовых плазмонных устройств, поскольку с одной стороны подвижность носителей заряда в графене достигает величин 250000 см^2/(В•с) при комнатной температуре, а с другой, в графене может быть создано инвертированное распределения носителей заряда с возможностью испускания терагерцовых квантов. Использование инвертированного графена позволяет не только компенсировать затухание плазменных волн, но и может приводить к их усилению. Графеновая неоднородная структура, сочетающая в себе участки графена с инвертированным и неинвертированным распределение носителей, может являться, по сути, идеальным примером PT(parity time)-симметричных электродинамических структур, в которых не только могут распространяться PT-симметричные плазмонные моды, но и возникать режимы генерации терагерцовых плазмонов. Поэтому на основе графена могут быть созданы высокодобротные плазмонные устройства для генерации, приема и канализирования ТГц излучения.

В данном проекте планируются теоретические исследования возбуждения и распространения плазмонных мод в неоднородных графеновых структурах, содержащих участки графена с и без инверсии носителей заряда, в том числе в PT-симметричных графеновых плазмонных структурах

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118040590007-1, 02.04.2018

ГИБКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ

Детектирование низких концентраций токсичных и взрывоопасных газов и паров является перспективной задачей. Электронная структура графена чувствительна к изменению поверхностного состояния, что делает его перспективным при использовании в качестве материала для газовых сенсоров.

В настоящее время исследования направлены на улучшение сенсорных характеристик посредством введения гетероатомов и дефектов в графеновую сетку, присоединения функциональных групп и получения композитных материалов с оксидами металлов и полимерами, что позволяет улучшить воспроизводимость, чувствительность, уменьшить времена отклика и регенерации, а в некоторых случаях добиться селективности по отношению к определенному виду молекул.

Настоящая работа направлена на исследование влияния стехиометрического состава, фторированного графена и его содержания в композитном материале с непроводящим полимером на кинетические характеристики сенсорного отклика. Эти данные могут помочь при создании гибких газовых сенсоров на основе графеновых материалов, работающих при комнатной температуре.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118040990047-3, 05.04.2018

МЕХАНИЗМЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ГРАФЕНА

Исследуются физические механизмы, ответственные за появление фототока в полевых транзисторах на основе высококачественного графена при их облучении терагерцовым (0.1 - 2.2 ТГц) излучением. Доминирующими механизмами в настоящий момент считаются: выпрямление на p-n-переходах, термоэлектрический эффект, резистивное самосмешивание.

Проект направлен на выявление относительной роли этих механизмов и выяснение их зависимостей от температуры, частоты детектируемого излучение, электрических характеристик графена и геометрии транзисторов. Окончательной целью проекта является создание оптимизированных детекторов с большой чувствительностью (до 1 кВ/Вт) и малой эквивалентной мощностью шума.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118112190044-4, 21.11.2018

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА В ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ С НАНОУГЛЕРОДНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Проект направлен на решение глобальной проблемы, связанной с поиском новых методов повышения энергоэффективности технологий, в том числе новых методов существенной интенсификации передачи тепла. Данная проблема остро стоит при создании высокоэффективных мини- и микросистем, что обусловлено высокими темпами развития электроники и микроэлектроники, а также глобальной миниатюризацией устройств в различных областях техники, таких как энергетика, автомобилестроение, транспорт, авиация, космическая индустрия, химическая промышленность, биотехнологии, медицина. Решение проблемы требует разработки новых и совершенствования существующих методов интенсификации теплообмена.

Один из способов существенного повышения производительности теплообменных аппаратов – это реализация процессов тепло- и массобмена с использованием микроразмерных (1-5 мкм) пленок и капель жидкости. Реализация таких течений возможна с использованием микро- и наноструктурированных поверхностей. В данном проекте для структуризации теплообменных поверхностей предлагается использовать углеродные материалы, такие как графен, а также одностенные и многостенные нанотрубки (с ориентацией как вдоль, так и перпендикулярно подложке).

Предполагается, что за счет разнопланового влияния (изменения смачиваемости, теплопроводности пристенного слоя, развлетленности поверхности на микро- и наноуровне) углеродные покрытия позволят существенно интенсифицировать процессы испарения и конденсации и достичь ре-

кордных коэффициентов теплоотдачи (до 400000 Вт/м^{2}К). В проекте предполагается совместное использование микро- и наноструктурированных поверхностей, а также микро- и миниканалов, что может еще больше повысить эффективность теплопередачи в ряде важнейших рабочих процессов с фазовыми переходами. Использование микроканалов является принципиальным для целого ряда практических приложений (лаборатории в чипах, микроэлектроника, светодиодная техника и др.). Создание физических и теоретических основ процессов течения, а также испарения, конденсации жидкости на микро- и наноструктурированных поверхностях создает объективные условия для разработки нового класса высокоэффективного тепломассообменного оборудования с малой массой и объемом в целом ряде отраслей промышленности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118032290061-1, 12.03.2018

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью проводимых научных исследований является разработка теории сильного нерезонансного электрон-фотонного взаимодействия в различных наноструктурах, включая графен, квантовые ямы, монослои дихалькогенидов переходных металлов, квантовые точки, топологические изоляторы, квантовые проволоки и др. Ожидается, что эта теория позволит предсказать новые фундаментальные физические эффекты, а также создаст предпосылки для разработки новых оптоэлектронных приборов

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118102590025-0, 23.10.2018

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ В ТРАНЗИСТОРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ СИСТЕМ

Проект направлен на теоретическое и экспериментальное исследование гидродинамических эффектов в электронном транспорте двумерных систем. Основное внимание будет уделено высокочастотным свойствам электронной жидкости в структурах на основе графена и полупроводников AIIIBV.

В рамках проекта будут получены ответы на фундаментальные вопросы о линейном и нелинейном отклике двумерной электронной жидкости в высокочастотных полях (до единиц терагерц), о спектре и затухании коллективных возбуждений в гидродинамическом режиме. Будет исследовано влияние гидродинамических эффектов (электронной вязкости и возбуждения плазменных колебаний) на высокочастотные характеристики полевых транзисторов на основе гетероструктур, что является важной задачей для прикладной высокочастотной электроники.

Также в рамках проекта будут исследованы теоретически и экспериментально плазменные неустойчивости в транзисторных структурах на основе графена. Успешное наблюдение данных неустойчивостей позволит создавать компактные и низкопотребляющие твердотельные источники терагерцового излучения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118090390065-8, 30.08.2018

ЭЛЕКТРОННАЯ ГИДРОДИНАМИКА В ГРАФЕНЕ

Электроны в высококачественных гетероструктурах на основе графена ведут себя подобно вязкой жидкости в силу доминирования электрон-электронных столкновений над электрон-фононными и электрон-примесными. Проект посвящен изучению высокочастотных свойств электронной жидкости в графене – измерению ее динамической проводимости, плазмонного отклика и коэффициентов выпрямления переменного поля с частотами вплоть до единиц терагерц. С фундаментальной точки зрения, данное исследование впервые позволить изучить переход между гидродинамическим и баллистическим поведением электронов в твердом теле. С практической точки зрения, исследования важны для создания резонансных электрически перестраиваемых детекторов терагерцового излучения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118122890075-0, 28.12.2018

ФОТОЭЛЕКТРОННАЯ ДИФРАКЦИЯ И ГОЛОГРАФИЯ 2D-МАТЕРИАЛОВ И ИНТЕРФЕЙСОВ

В рамках проекта предлагается разработать теоретическую основу нового метода изучения поверхности твердых тел – рентгеновской фотоэлектронной дифракции и голографии с разрешением химических состояний элементов (РФД+ФГ). Проект включает в себя экспериментальную и теоретическую части –- исследование 2D-систем: чистого и легированного графена, нитрида бора на поверхностях Ni(111) и Co(0001) и слоистых квазидвумерных кристаллов топологических изоляторов Bi_2X_3 (X:Se,Te).

Задача проекта заключается в разработке математического алгоритма 3D-реконструкции на основе экспериментальных данных атомного строения поверхности 2D-систем и интерфейсов на глубину нескольких нанометров с визуализацией атомной структуры с точностью 0.02 ангстрем. Поскольку низкоразмерные 2D-структуры традиционно формируют на подложках, информация о химии и структуре получаемого интерфейса чрезвычайно важна. В частности, эти параметры влияют на электронную структуру 2D-слоя. На сегодняшний день существуют два способа интерпретации данных рентгеновской фотоэлектронной дифракции (РФД-картин), которые можно представить как решение обратной и прямой задач реконструкции атомного строения: 1) обратная задача сводится к подбору модели атомного кластера и теоретическому расчету фотоэлектронной дифракции, последняя сопоставляется с экспериментом; 2) в прямой задаче РФД-картины представляются как двумерные голограммы, из них реконструируется атомная структура поверхности в трехмерном пространстве.

В рамках проекта предлагается объединить оба подхода и разработать универсальный метод структурного

анализа поверхности на глубину нескольких нанометров. Фотоэлектронная дифракция и голография являются единственными методами, позволяющими определить позиции атомов в различных химических состояниях.

В качестве объектов исследования выбраны классические 2D-системы. Слоистые кристаллы халькогенидов висмута Bi_2X_3 (X: Se, Te) с f, d-элементами в качестве допантов или адсорбатов. Эти соединения являются топологическими изоляторами, их электронной структурой можно управлять, воздействуя на примесные атомы переходных металлов. Другими объектами исследований будут пленки и интерфейсы на основе графена, нитрида бора и т.д. Уникальные свойства данных систем известны, здесь требуются точные сведения о структуре и позициях атомов-допантов как на поверхности, так и под поверхностью 2D-пленок.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118062190155-5, 20.06.2018

МЕМБРАНЫ И ПОЛОСКИ ГРАФЕНА И ДРУГИХ 2D МАТЕРИАЛОВ: МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ И ПРИМЕНЕНИЯ В НЭМС И НАНОСЕНСОРИКЕ

Проект направлен на исследование структуры, электронных, оптических и механических свойств модифицированных мембран графена, других 2D материалов, исследование возможности применениянданных мембран в наноэлектромеханических системах (НЭМС) и наносенсорах, а также исследование возможности получения и электронных свойств новых одномерных нанообъектов из полосок графена. Будет проведено моделирование методом молекулярной динамики образования новых одномерных нанообъектов, состоящих из чередующихся участков нескольких одноатомных цепочек углерода и колецуглерода, при нагреве или облучении электронами в просвечивающем электронном микроскопе периодических полосок графена с переменной шириной, исследован атомистический механизмобразования этих нанообъектов и рассчитаны их электронные свойства методом функционала плотности.

Методом функционала плотности будет проведен расчет изменений структуры имеханических свойств мембраны графена при химической адсорбции на ее поверхности и разработаны схемы и принципы работы наноэлектромеханических химических наносенсоров, основанных наизмерении указанных изменений. Будут разработаны схема и рассчитаны рабочие характеристики наноэлектромеханического генератора автоколебаний с гибким полевым эмиттером на основе мембраныграфена. Будут разработаны схема и рассчитаны рабочие характеристики НЭМС на основе изгиба мембраны графена, предназначенной для измерения параметров ван-дер-ваальсового взаимодействиямежду слоями графена и между слоем графена и другими поверхностями. Будут разработаны схема и принципы работы ячейки памяти, основанной на сворачивании и разворачивании углеродногонанорулона. Будут изучены сверхчувствительные сенсоры молекул на основе графена и других 2D материалов. Будет разработана схема ипринципы работы ячейки памяти, основанной на сворачивании и разворачивании углеродногонанорулона. Будут изучены сверхчувствительные сенсоры молекул на основе графена и других 2Dматериалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ СПЕКТРОСКОПИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118040690076-6, 02.04.2018

РЕАЛИЗАЦИЯ ФАЗЫ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОЛЯТОРА В ГРАФЕНЕ ПРИ КОНТАКТЕ С АТОМАМИ Pb

Данный проект направлен на изучение электронной и спиновой структуры конуса Дирака, включая спиновую поляризацию «вне-плоскости» для графена на Ir(111) с интеркалированным слоем Pb. Более того, так как для реализации топологической фазы необходима диэлектрическая подложка, в рамках проекта будет исследован графен на SiC-6H(0001) с интеркаляцией атомов Pb. Создание фазы топологического изолятора в графене существенно расширит возможности применения графена в устройствах наноэлектроники и спинтроники, а также откроет для графена новую область применения – квантовых компьютеров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118051490104-4, 14.05.2018

МЕХАНИКА ОБЪЕМНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОКЕРАМИК И КЕРАМИЧЕСКИХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Проект нацелен на теоретическое и экспериментальное изучение механического поведения современных объемных функциональных нанокерамик и керамических нанокомпозитов. Эти материалы находят широкое применение в различных отраслях промышленности, таких как энергетика и энергетическое машиностроение.

В качестве объектов исследования предлагаются 1) недавно синтезированные монолитные прозрачные нанокерамики на основе шпинелей $MgAl_2O_4$ со сверхмелким зерном в диапазоне от 7 до 100 нм и 2) совершенно новые керамические нанокомпозиты на основе диоксида циркония, модифицированного иттрием для стабилизации кубического твердого раствора (YSZ), с наполнителем в виде слоев графена, которые предполагается синтезировать и начать детально изучать в рамках данного проекта.

В данной работе предполагается синтез объемных керамических нанокомпозитов «YSZ-керамика-графен» с использованием порошков-прекурсоров YSZ, полученных золь-гель синтезом со средним размером частиц 250 нм, и восстановленного оксида графена.

В результате ожидается получение объемного материала, обладающего как ионной (кислородной) проводимостью, присущей YSZ-керамике, так и электронной, за счет образования кластеров графена в межзеренном пространстве. Такой материал может послужить основой для создания эффективного молекулярного кислородного насоса с возможным применением в энергетическом машиностроении, в двигателестроении, в технологиях тонкого

химического синтеза и для создания нового медицинского оборудования.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118111590032-0, 14.11.2018

ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ЭФФЕКТЫ В ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Углеродные наноструктуры острийной и лезвийной формы привлекают внимание возможностью создания на их основе высокоэффективных источников электронов для использования в разнообразных вакуумных электронных устройствах. В ходе прикладных разработок в этой области был обнаружен ряд проблем, имеющих фундаментальное научное значение как для понимания процессов формирования наноструктурированных форм углеродных материалов, особенностей их структурных и физических свойств, так и для выявления механизмов, определяющих генерацию и транспорт носителей заряда в таких материалах, а также прохождение электронов через внутренние потенциальные барьеры и через барьер на поверхности раздела с вакуумом. Особый интерес с фундаментальной научной и практической точек зрения представляет изучение эффектов, связанных с воздействием света на процессы эмиссии электронов. Такие эффекты могут иметь различную природу для материалов с графено- и алмазо- подобной атомной структурой.

В связи с этим для решения основной цели проекта, состоящей в изучении фотоиндуцированных эффектов в эмиссии электронов из наноуглеродных структур, необходимо решение следующих задач: изучение процессов формирования углеродных наноструктур различного типа; изучение структурно-морфологических характеристик и физических свойств полученных углеродных наноструктур; изучение электронной эмиссии из катодов, изготовленных на основе полученных углеродных наноструктур, включая зависимость эмиссии от воздействия света; разработка научных основ практического использования создаваемых наноуглеродных катодов и фотоиндуцированной эмиссии электронов. Каждая из перечисленных задач подразумевает экспериментальные и теоретические исследования, направленные на выявление механизмов изучаемых явлений и оптимизацию практических методов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А18-118110190021-1, 31.10.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ И ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПЕРВИЧНЫМ КЛЕТОЧНЫМ КУЛЬТУРАМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ ГРАФЕНА И (СО) ПОЛИМЕРОВ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

Исследование биосовместимости и цитотоксичности по отношению к первичным клеточным культурам 50 композиционных материалов на основе композитов графена и (со)полимеров молочной кислоты (поли-D, L-лактид, полилактид-со-гликолид, привитые сополимеры хитозана и полилактида) методами МТТ-теста и конфокальной микроскопии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ БАЙКАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118013090147-3, 29.01.2018

ИЗЛУЧЕНИЕ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ГРАНИЦ РАЗДЕЛА СРЕД В ПОЛЕ ИНТЕНСИВНОГО ТЕРАГЕРЦОВОГО ИМПУЛЬСА КАК МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ОБЪЕМНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ

С развитием нанотехнологий чрезвычайно актуальным становится задача изучения электромагнитных свойств наноразмерных объектов, включая нано-пленки и двумерные объекты типа графена. Ввиду малости таких объектов необходимы высокочувствительные методы их диагностики, одним из которых является метод генерация второй гармоники лазерного излучения.

Данный проект направлен на расширение области применения метода генерации второй гармоники путем использования в дополнение к оптическому излучению интенсивного короткоимпульсного ТГц поля. В рамках проекта будут решены две оригинальные задачи: – экспериментально продемонстрирована возможность обнаружения, диагностики и нахождения пространственного расположения внутренних неоднородностей в прозрачных средах (дефекты, неоднородности, границы раздела, включая оптические склейки и оптические контакты, граница твердый диэлектрик – жидкость) путем детектирования второй гармоники оптического излучения при одновременном воздействии на образцы интенсивного терагерцового излучения; – проведено комплексное теоретико-экспериментальное исследование генерации второй гармоники оптического излучения с поверхности диэлектрических сред и границ их раздела с учетом возмущения электронной структуры атомов поверхностью в присутствии сильного терагерцового поля.

В результате выполнения проекта будет разработана новая методика диагностики поверхностных и объемных неоднородностей в прозрачных средах, а также развита квантомеханическая теория генерации второй оптической гармоники с поверхности диэлектрика во внешнем квазистатическом (терагерцовом) электромагнитном поле. Можно ожидать, что результаты исследований внесут существенный вклад в понимание фундаментального вопроса физики генерации второй гармоники с поверхности, а также, несомненно, будут востребованы в таком активно развивающемся направлении прикладной физики, как диагностика поверхности материалов и двумерных нано-размерных объектов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118070590081-8, 28.06.2018

МАГНИТНО-УПОРЯДОЧЕННЫЕ 2D СИСТЕМЫ С ДИРАКОВСКИМ КОНУСОМ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ КАК КЛЮЧЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВ СПИНТРОНИКИ И ТОПОЛОГИЧЕСКИХ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Проект направлен на детальное изучение особенностей электронной структуры нового класса магнитно-упорядоченных систем с Дираковским конусом электронных состояний и геликоидальной спиновой структурой на основе топологических изоляторов, графена и металлов с большим обменным и спин-орбитальным взаимодействием для выявления условий реализации эффектов топологического квантования электронных и магнитных свойств, таких как квантовый аномальный и спиновый эффект Холла, фермионы Майорана и топологический магнито-электрический эффект и поиск основных факторов и особенностей в электронной и спиновой структуре, определяющих эффективность реализации данных явлений, для их использования в спинтронике и квантовых вычислениях. Данные системы характеризуются более оптимальными условиями для реализации эффектов топологического квантования при более высоких температурах вследствие большего магнитного момента и перекрытия электронных облаков, обуславливающих непосредственное и более эффективное воздействие индуцированного магнитного поля, создаваемого упорядоченно расположенными атомами магнитных металлов, на поверхностные топологические состояния и приводящего к более эффективному взаимовлиянию обменного и спин-орбитального взаимодействия по сравнению с традиционно используемым эффектом «магнитной близости».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118011590112-2, 13.01.2018

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОЧЕЧНЫХ ДЕФЕКТОВ В ГРАФЕНА

Проект нацелен на теоретическое выявление качественных и количественных закономерностей гетерогенного переноса электрона (ПЭ) на точечных дефектах графена с использованием методов атомистического моделирования (DFT, молекулярная динамика). Актуальность исследований определяется востребованностью данных об электрохимической активности графена в силу перспектив использования данного материала в электрохимических накопителях энергии, а также новыми экспериментальными данными, которые демонстрируют электрокаталитические свойствах дефектов и требуют объяснений.

В проект планируется исследование внутренних точечных дефектов, таких как единичная вакансия, дефект Стоуна-Уэльса, двойные вакансии С585, С555-С777 и С555-С6-С777. Данный проект рассматривается как создание теоретических основ количественного прогноза электрокаталитических свойств электродов на основе различных углеродных низкоразмерных материалов, содержащих контролируемое количество дефектов различных типов. Планируется впервые получить данные о константе скорости ПЭ в области одиночного дефекта с пространственным разрешением вдоль поверхности графена, и изучить кинетику ПЭ на близко расположенных и пространственно скоррелированных дефектах для случая, когда локальные электронные состояния, создаваемые отдельными дефектами, начинают перекрываться. Кроме того, ставится задача создания модели для описания пространственного распределении плотности тока через поверхность с учетом зависимости электронной проводимости графене и константы гетерогенного переноса от плотности точеных дефектов, которая позволит определять оптимальные размеры и степень дефектности высокоэффективного электрода на основе графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118091190062-6, 07.09.2018

АТТОСЕКУНДНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ДИНАМИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА В ЗАДАЧАХ ПЕТАГЕРЦОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Прогресс в исследовании явлений переноса заряда в твёрдых телах определяет уровень развития современной электроники в направлении повышения тактовой частоты переключения транзисторов в процессоре. Когерентный контроль электронной динамики в твердом теле, реализуемый электромагнитным полем лазерного импульса, помогает преодолеть существующие ограничения на верхнюю границу скорости обработки информации и достигнуть петагерцовой частоты работы.

Данный проект направлен на изучение аттосекундной динамики носителей заряда в кристаллических диэлектриках, полупроводниках, полуметаллах и новейших материалах с уменьшенной размерностью, как двумерные листы графена и углеродные нанотрубки, в перспективных материалах для оптоэлектроники будущего.

В ходе реализации проекта будут исследованы сверхбыстрые процессы межзонной и внутризонной динамики носителей зарядов в поле интенсивных электромагнитных импульсов предельно малой длительности на центральных длинах волн от видимого до среднего и дальнего инфракрасного диапазона. Реализация проекта предусматривает широкий фронт теоретических и экспериментальных исследований, включающие в оборот несколько лазерных систем генерации престраиваемых усиленных фемтосекундных импульсов и многомерное суперкомпьютерное моделирование аттосекундной динамики населенностей и взаимной когерентности набора электронных зон твердого тела. Будет изучено влияние ширины запрещенной зоны, кривизны дисперсии энергии носителей, ориентации кристалла, скорости процессов дефазировки и термализации носителей на нелинейно-оптический отклик электронной подсистемы. В качестве одного из новых подходов для решения данного круга задач, будут развиты методики сверхбыстрой спектроскопии генерации гармоник высоких порядков от твердых тел, являющейся мощным инструментом исследований аттосекундной динамики электронов в атомарных и молекулярных газах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А18-118020990114-4, 02.02.2018

ДИЗАЙН КВАНТОВЫХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ СУПЕРСИММЕТРИИ

Проект посвящен изоспектральному дизайну квантовых систем широкого класса с различными типами динамики, в том числе, описываемых матрицей плотности и уравнениями Линдблада-Франке. Планируется исследование нелинейной алгебры суперсимметрии сплетающих операторов для таких систем. Будут предсказаны их спектральные свойства с использованием суперсимметрии высшего порядка.

Тем самым, с помощью техники изоспектрального дизайна будет получена точная информация о физических спектральных свойствах квантовых систем с одной или несколькими степенями свободы: несколько частиц, многомерная динамика с неразделяющимися переменными, неэрмитовы гамильтонианы, динамика эволюции Вселенной, графены. Будут построены и исследованы новые интегрируемые модели квантовой механики вне рамок теории возмущений, а также суперсимметричное обобщение уравнения Линдблада-Франке для матриц плотности открытых и закрытых систем.

Результаты исследования найдут применение в изоспектральном дизайне квантовых моделей современной ядерной физики, физики твердого тела, квантовой химии, квантовой оптики и нанотехнологии, а также космологии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118122790056-0, 13.12.2018

КИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ДВУМЕРНЫХ СВЕРХРЕШЕТКАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА В СИЛЬНЫХ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Фундаментальные исследования процессов в двумерных графеновых сверхрешетках позволят создать элементную базу современных приборов для нано- и микроэлектроники. Развивается квазиклассическая и квантовая теория, учитывающая влияние внешних сильных электрических полей на кинетические явления в двумерных сверхрешетках на основе графена. Изучается: влияние постоянного и переменного электрических полей на постоянную составляющую плотности тока и эффективность генерации высших гармоник; влияние ионизации примесей на проводимость в условиях воздействия сильных внешних электрических полей; закон дисперсии плазменных волн; плотность плазменных возбуждений; влияние сильного постоянного электрического поля на закон дисперсии и затухание плазменных волн; воздействие сильной электромагнитной волны на эффективность генерации акустических волн и на особенности комбинационного рассеяния света на элементарных возбуждениях. Впервые комплексно исследуются кинетические явления в двумерных сверхрешетках на основе графена в условиях воздействия внешних сильных электрических полей. Варьируя в широком диапазоне параметры сверхрешетки (период, ширину потенциальных ям, образующих сверхрешетку) и характеристики приложенных электрических полей, охватывается весь спектр уникальных явлений, присущих системам с конечной шириной зоны проводимости.

Предлагается использовать результаты исследования в электронной и оптоэлектронной инженерии при создании наноэлектронных устройств (усилителей излучения, детекторов, генераторов электромагнитного излучения различных частотных диапазонов, в том числе терагерцового и инфракрасного и генераторов акустических колебаний), а также для диагностики кинетических свойств графеновых сверхрешеток.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118041890092-1, 13.04.2018

СПЕКТРОСКОПИЯ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДВУХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА ИНКАПСУЛИРОВАННОГО В ГЕКСАГОНАЛЬНЫЙ НИТРИД БОРА

Проект посвящен исследованию зонной структуры двухслойного графена инкапсулированного в нитрид бора методами ИК-Фурье-микроскопии высокого разрешения. Энергетический спектр электронов и дырок в двухслойном графене обладает сингулярностью ван Хова в плотности состояний. Наличие такой сингулярности может приводить к резонансному электрически управляемому поглощению света, сильному межзонному туннелированию в p-n-структурах, а также к различным фазовым переходам при низких температурах. Эти явления могут найти приложения в новых типах полевых транзисторов, фотодетекторов и оптических модуляторов. Наблюдение сингулярностей в плотности состояний и разрешение деталей зонной структуры двухслойного графена, однако, до сих пор было затруднительным из-за остаточных примесей в подложке и локальных напряжений в графене.

В данном проекте будет исследован двухслойный графен, инкапсулированный в нитрид бора; в подобных образцах минимально количество примесей, а интерфейс «графен-подложка» является атомарно гладким. Поэтому в данных образцах двухслойного графена можно исследовать детали оптической плотности состояний, включая сингулярности ван Хова и даже более «тонкие» эффекты, связанные с тригональными искажениями спектра и взаимодействием электронов.

Исследование зонной структуры высококачественного двухслойного графена позволит оценить предельные характеристики приборов на его основе, а также, возможно, обнаружить фазовые переходы, связанные с сильным взаимодействием электронов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118061490005-3, 13.06.2018

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ ДВУХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СОРБИРОВАННЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ АТОМОВ, ТИПОВ ИХ КОНФИГУРАЦИИ В СЛОЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ

Существующие методы описания беспорядка в графене рассматривают случайное расположение примесей и вакансий в графене, практически не учитывая рассеяние электронов на различных структурных конфигурациях, естественно возникающих в процессе его синтеза. С появлением новых материалов, которые заведомо не обладают идеальной структурой, таких как двухслойный графен, изучение изменения физических свойств при структурных перестройках является актуальным и востребованным, а изучение механизмов переноса зарядов в двухслойном графене важно не только с точки зрения фундаментальной науки, но и для практических приложений.

В рамках выполнения проекта предполагается получить следующие новые результаты: 1. Впервые будет построена теория трехмерного ближнего порядка для двухслойного графена и создано на ее основе программное обеспечение, позволяющее моделировать структуру и получать значения параметров ближнего порядка для различных типов ориентации графеновых листов относительно друг друга, а также учитывать сорбированные и адсорбированные газы и различные примеси на основе имеющихся экспериментальных данных. 2. Впервые будут получены аналитические выражения температурной зависимости плотности электронных состояний (ПЭС), электронных проводимости и теплопроводности идеального и неупорядоченного двухслойного графена методом температурных функций Грина, которые будут включать зависимости в явном виде от температуры, концентрации, местоположения дефектов и их конфигурации в структуре наноматериала. 3 Впервые будут установлены закономерности изменения электрофизических свойств идеального по структуре и разупорядоченного двухслойного графена в результате изменения концентрации сорбированных и легированных атомов, типа их конфигурации в слое и на поверхности, а также ориентации графеновых листов относительно друг друга, а также изучено температурное поведение всех вышеперечисленных свойств.

Полученные результаты позволят расширить теоретические знания о механизмах электронного и теплового переноса, объяснить экспериментально обнаруженные и предсказать еще не полученные опытным путем закономерности изменения физических свойств графена. Все это внесет существенный вклад в теорию конденсированного состояния и физику наноматериалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118051590030-5, 10.05.2018

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ МОНОЛИТНОГО ОСЕВОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ ПОСРЕДСТВОМ СПАРК-ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ ВИСКЕРИЗОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И ОСАЖДЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

Целью выполнения проекта является создание высокотехнологичного цельного керамического инструмента для высокоскоростного формообразования изделий из труднообрабатываемых материалов посредством разработки и реализации инновационного комплексного подхода, включающего основные этапы: спарк-плазменное высокотемпературное спекание в графитовой пресс-форме заготовки инструмента из керамических порошков оксида алюминия с добавками ультратонких волокнистых кристаллов (вискеров w) и различных наночастиц (np) - Al_2O_3-SiCw-TiC/TiN/GOnp в условиях совместного воздействия на порошковый материал импульсного постоянного тока и механического давления; электроэрозионная формообразующая обработка керамической заготовки (возможность реализации данного процесса обеспечивается получением композиционного керамического материала с достаточной электропроводностью, благодаря введению в его состав при спекании особых наночастиц, например графена) и многокоординатная абразивная обработка для заточки рабочих поверхностей керамического инструмента (на примере концевых фрез); осаждение сверхтвердого многослойного нанокомпозитного покрытия AlCrSiN+DLC, включающего нанокристаллическую и аморфную фазы, а также наружный алмазоподобный антифрикционный слой, формируемые посредством распыления катода электрической дугой и конденсации покрытия из паровой фазы и плазмохимического осаждения из газовой фазы.

Настоящий проект направлен на решение проблемы создания монолитного (цельного) осевого керамического инструмента нового поколения, обладающего повышенной работоспособностью и высокой эксплуатационной надежностью при различных типах формообразования (включая прерывистое резание) конструкционных труднообрабатываемых материалов и спецсплавов на основе титана, композитов, никель-кобальтовых сплавов и др., характеризующихся комплексом улучшенных физико-механических свойств и используемых для изготовления изделий авиационной, аэрокосмической промышленности и специального машиностроения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»

№ АААА-А18-118121090127-7, 10.12.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИРАКОВСКИХ ФЕРМИОНОВ В ГРАФЕНЕ ПУТЕМ ИЗУЧЕНИЯ ИНФРАКРАСНОЙ И ТЕРАГЕРЦОВОЙ ФОТОПРОВОДИМОСТИ В РЕЖИМЕ КВАНТОВОГО ЭФФЕКТА ХОЛЛА

Проект посвящен изучению свойств системы дираковских фермионов в графене в квантующих магнитных полях. Задача

проекта состоит в экспериментальном и теоретическом исследовании фотоответа дираковских фермионов в графене в режиме квантового эффекта Холла (КЭХ) при облучении инфракрасным (ИК) и терагерцовым (ТГ) излучением.

С этой целью будут изучены процессы возбуждения при различных значениях магнитного поля и положения уровня Ферми (концентрации носителей), интенсивности излучения (для определения области линейности). Будут изучены процессы релаксации и определены их механизмы (посредством измерения кинетики). Будут изучены спектральные характеристики фотоэффекта в зависимости от величины магнитного поля и положения уровня Ферми. Наконец, будут изучены возможности увеличения фоточувствительности приемников на основе графена при работе в предпробойном режиме КЭХ. Терагерцовый диапазон электромагнитного спектра остается слабо освоенным и создание новых ТГ приемников является весьма актуальной задачей. Одним из возможных путей создания таких приемников является использование свойств двумерного электронного газа в магнитном поле в режиме квантового эффекта Холла. Использование графена с линейным законом дисперсии носителей для создания высокочувствительных селективных фотоприемников в ИК и ТГ областях спектра имеет ряд преимуществ по сравнению с двумерными системами с квадратичным законом дисперсии. Малая эффективная масса носителей в графене позволяет существенно расширить диапазон детектируемого излучения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118070690004-6, 05.07.2018

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ СКЭФФОЛДОВ НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОПОЛИМЕРОВ И ОКСИДА ГРАФЕНА С УЛУЧШЕННЫМИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМИ И МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Целью проекта является разработка различных способов получения и доклиническая оценка физико-механических и электрофизических свойств гибридных биодеградируемых полимерных скэффолдов различной структуры и пористости на мезо-, микро- и макроуровнях, предназначенных для коррекции или восстановления дефектов костной системы человека.

В зависимости от поставленной цели сформулированы основные задачи исследования: разработка технологии получения трехмерных гибридных полимерных биодеградируемых скэффолдов на основе пьезополимеров: поли-3-гидроксибутират, поли-3-гидроксибутирата-3-гидроксивалерат или полилактид (PLA) и их смесей с проводящим оксидом графена; отработка способов контроля фазового и химического состава, микроструктуры скэффолдов, внутренней и внешней пористости на макро-, микро- и мезоуровнях, что обеспечит необходимые физико-механические свойства, приближенные к свойствам костной ткани; оценка дифференцировочной активности мезенхимальных стволовых клеток в модельных исследованиях in vitro; исследование механизмов васкуляризации скэффолдов in vitro; исследование механизмов поведения и миграции клеточной культуры in vitro на поверхности и в объеме скэффолдов; оценка выраженности остеоинтеграции разрабатываемых скэффолдов в модельных исследованиях in vivo; оценка результатов модельных исследований in vivo с помощью лабораторных тестов: томография области имплантации, рентгенологическая денситометрия, исследование гистологических срезов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118061890108-7, 18.06.2018

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СВЕРХЧИСТЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы описания нестационарных тепловых процессов в сверхчистых кристаллических материалах. Актуальность проекта обусловлена обнаруженными экспериментально аномальными тепловыми свойствами таких материалов.

В частности, экспериментальные исследования последних лет показали, что распространение тепла в сверхчистых кристаллических материалах на нано- и микроуровне часто имеет баллистический (не диффузионный) характер. Данный факт открывает широкие перспективы практического использования сверхчистых материалов при создании новых материалов с уникальными свойствами и устройств на их основе. В такой ситуации чрезвычайно актуальной является задача разработки математических моделей и программных средств для описания нестационарных тепловых процессов в идеальных кристаллических материалах, в которых характерное расстояние между единичными дефектами составляет более сотни нанометров.

Предлагается оригинальный подход, позволяющий получать и аналитически решать макроскопические уравнения нестационарного распространения тепла исходя из уравнений динамики решетки для бездефектных кристаллов в гармоническом приближении. Для учета влияния нелинейности и низкой концентрации дефектов на распространение тепла будет применяться компьютерное моделирование методом динамики частиц с использованием многопроцессорных вычислительных систем.

Разработанные аналитические методы и программные средства будут применяться для описания аномального распространения тепла в одномерных (карбин, нанотрубки, нанопроволоки, нановискеры), двумерных (силицен, графен, дисульфид молибдена, нитрид бора, дисульфид платины) и трехмерных (алмаз, кремний) сверхчистых кристаллах и наноструктурах.

В результате будут выработаны рекомендации по использованию аномальных тепловых свойств таких материалов для решения проблемы отвода тепла на микро- (например, в микроэлектромеханических системах) и макроуровне (например, в суперкомпьютерах), а также при создании композитных материалов с заданными тепловыми свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

№ АААА-А18-118091490058-6, 14.09.2018

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НОВЫХ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ IN SITU ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ, НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА И БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ ГРАФЕНОВЫХ НАНОПЛАСТИН С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Создание новых полимерных композитов с наноразмерными углеродными частицами имеет как академический, так и практический интерес. Благодаря их высокой проводимости, низкой плотности, легкой перерабатываемости они могут использоваться как проводящие материалы, антистатики, для электромагнитной защиты и т.д. Наиболее важным при разработке полимерных нанокомпозиций является возможность управления структурой нанонаполнителей и их распределением в полимерной матрице. В литературе имеются указания на то, что уникальные электрофизические свойства графена могут быть более полно реализованы при использовании в качестве наполнителя полимерных композитов бинарных смесей графена с другими наночастицами.

В проекте предлагается разработать оригинальные нанокомпозиционные материалы на основе полипропилена и бинарных систем графеновых нанопластин с углеродными нанотрубками (одностенными или многостенными). Регулирование структуры таких гибридных нанонаполнителей будет осуществляться путем варьирования методов их получения, состава и содержания компонентов. Методом in situ полимеризации по оригинальной методике в среде жидкого пропилена на высокоэффективных металлокомплексных катализаторах будут синтезированы нанокомпозиционные материалы различного состава.

Предлагаемый метод получения композиционных материалов обеспечивает равномерное распределение наполнителя в полимерной матрице. Будет изучено влияние структурных параметров углеродных нанонаполнителей, структуры полипропиленовой матрицы, условий синтеза нанокомпозитов на их тепло- и электрофизические, а также механические свойства.

Таким образом, будут получены новые многофункциональные полимерные нанокомпозиты с широким спектром областей применения, исследована их структура и комплекс функциональных и эксплуатационных свойств.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118021590157-2, 15.02.2018

ТЕРМОДИНАМИКА И ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ В ВЕЙЛЕВСКИХ И ДИРАКОВСКИХ ПОЛУМЕТАЛЛАХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Объектами исследования в рамках данного проекта являются 2D и 3D дираковские материалы: графен, графеноподобные двумерные материалы и вейлевские полуметаллы типов-I, II, III, IV, а также различные многослойные структуры на их основе. Актуальность таких исследований вызвана рядом причин. Фундаментальная причина состоит в том, что в этих материалах удается обнаружить различные экзотические эффекты и явления, предсказанные квантовой электродинамикой, а также совершенно новые квантово-электродинамические эффекты.

Проект направлен на всестороннее исследование ряда электронных свойств дираковских и вейлевских полуметаллов и разработку моделей новых устройств для наноэлектроники и оптики.

Разработчик: ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ИМ. Х.И. АМИРХАНОВА - ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ДАГЕСТАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118042790113-1, 27.04.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР И ОБЪЕМНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОВЫШЕННОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ

Впервые будет осуществлено исследование природы механической жёсткости на примере квазидвумерных плёнок с включенными в их структуру точечными дефектами, а также объёмных материалов на основе полимеризованных молекул фуллеренов и нанотрубок.

В данном исследовании впервые будет осуществлено комплексное исследование эффекта влияния точечных дефектов на механические свойства двумерного наноматериала графена и нитрида бора, а также природы сверхвысокой механической жёсткости материалов на основе полимеризованных молекул фуллеренов и нанотрубок.

Целями данного исследования являются: 1. Исследование механических свойства чистого графена и графена с дефектами (моно- и дивакансиями, дефектами Стоуна-Уэйлса, дислокациями и пр.). Поиск физической причины увеличения его жёсткости при наличии определённого типа дефектов. 2. Исследование механических свойств графена и нитрида бора с адатомами и молекулярными группами на поверхности (-OH, -H, O_2, и др.). Поиск физической причины увеличения механической жёсткости плёнок. 3. Исследование особенностей структуры и свойств материалов на основе полимеризованных молекул фуллерена и углеродных нанотрубок, и поиск условий, при которых их механические свойства будут превышать соответствующие значения для алмаза.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СВЕРХТВЕРДЫХ И НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

№ АААА-А18-118061490139-5, 14.06.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУР, МЕТАМАТЕРИАЛОВ И МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОСНОВЕ

Цель работы: Разработка метаматериалов и наноструктур для создания на их базе новых устройств, позволяющий эффективно манипулировать распределением электромагнитного поля с целью передачи, обработки и хранения информации. Исследования будут производится по трем направлениям: исследования в области физики метаматериалов; исследования в области наноплазмоники; исследования в области фотовольтаики.

Ожидаемые результаты: - Определение возможности применения метаматериалов для беспроводной передачи энергии; - Сравнительный анализ теоритического, числен-

ного и экспериментального исследования плазмоники и метаматериалов на основе графена, а также метаматериалов и кластеров, состоящих из диэлектрических наночастиц; - Разработка численных и экспериментальных моделей для различных применений в микроволновом, терагерцовом и оптическом диапазонах частот; - Экспериментальные образцы на основе метаматериалов для маскировки, передачи изображения со сверхразрешением и создания сенсоров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А19-119101190012-6, 10.10.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНОК, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО ОСАЖДЕНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

Углеродсодержащие пленки, такие как нанографит и оксид графена, являются прекурсором для получения графена. Свойства графена можно модифицировать, изменяя состав функциональных групп, присоединенных к графеновой плоскости. Эффективным средством функционализации графена является плазменное осаждение, используемое в методе плазмохимического осаждения графеновых пленок из газовой фазы (PECVD). В модификации этого способа процессы диссоциации газа в плазме пространственно отделяются от процесса роста графена в газофазовой среде (remote PECVD) с целью уменьшения дефектообразования и устранения вертикального роста графеновых чешуек в плазме. В то же время, это приводит к усложнению и удорожанию оборудования.

В данном проекте предлагается разделить методы плазменного осаждения и термообработки на два последовательных этапа. На первом этапе проводится осаждение углеродсодержащих аморфизированных пленок плазменным методом, на втором этапе – термообработка при температурах в диапазоне от 600 до 1000 °C с целью формирования высокопроводящих углеродсодержащих пленок с высокой долей sp2-гибридизированных областей.

Новизной работы будут являться новые экспериментальные результаты по взаимосвязи электрофизических, оптических, структурных и сенсорных (по отношению к газам) свойств углеродсодержащих пленок с условиями их формирования, протекающих во время плазменной обработки и последующего отжига в различных температурных диапазонах и определение особенностей этих процессов. Это позволит выделить роли плазменного осаждения и термообработки на процесс формирования графеновых доменов и установление сенсорных свойств по отношениям к газам полученных пленок.

Ожидаемым результатом будет являться решение фундаментальной задачи определения взаимосвязи электрических, оптических, структурных и сенсорных свойств двумерных углеродсодержащих пленок, полученных методом плазменного осаждения и последующей термообработки. Полученные результаты будут иметь значимость при получении графена с заданными свойствами и создании сенсоров на основе двумерных углеродсодержащих пленок.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.АММОСОВА»

№ АААА-А19-119012190135-1, 02.01.2019

РФФИ-19-02-00859_А «МНОГОЧАСТИЧНЫЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ В ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРАХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОПИРОВАННЫХ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И НЕКОВАЛЕНТНО ДОПИРОВАННОГО ГРАФЕНА»

Оптические свойства одностенных углеродных нанотрубок (ОУН) полностью определяются их геометрией. Этот материал давно привлекает исследователей как потенциальный претендент на создание оптически-активной среды для перестраиваемых лазеров. Перспективным вариантом для достижения инверсной населенности могут быть p-допированные нанотрубки, в которых уровень Ферми смещен в валентную зону, и основное состояние опустошено. Однако, картина усложняется из-за возникновения многочастичных возбуждений и перенормировки плотности электронных состояний при повышении уровня легирования.

Этот проект впервые будет посвящен исследованию многочастичных возбуждений (экситонов, трионов, поляронов) в газофазно заполненных акцепторами одиночных ОУН, оценке времен жизни соответствующих им состояний и выявлению путей миграции возбуждений. Индивидуальный характер нанотрубок, подвешенных над щелями в кремниевой подложке, позволит исключить влияние взаимодействия с подложкой и с другими трубками в пучке, а также вклад в сигнал от нанотрубок близких геометрий. Аналогичные исследования впервые будут проведены для слоев графена, нековалентно легированных нанесением на них тонкой пленки CuCl из газовой фазы тонкой пленки CuCl. Пленки из одностенных углеродных нанотрубок, заполненных акцепторами электронов, являются перспективным материалом для создания проводящих прозрачных электродов, особенно для приборов, работающих в фиолетовом спектральном диапазоне, где перестает работать ITO (оксид индия-олова). Исследование оптических и проводящих свойств одиночных нанотрубок позволит выявить механизм проводимости в одиночной легированной нанотрубке, исключив влияние туннелирования электронов между трубками в пучке и соседними пучками.

В проекте будут использованы оригинальные методы синтеза и модификации углеродных материалов и широкий набор современных аналитических методов: фотолюминесценция, комбинационное рассеяние света, оптическое поглощение света, pump-probe спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения, сканирующая туннельная микроскопия.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119030590013-2, 04.03.2019

МАГНИТОЗАВИСИМЫЕ И СПИН-ОРБИТАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И СИЛИЦЕНА

Проект посвящен теоретическому исследованию эффектов спин-орбитального взаимодействия и внешнего магнитного поля в низкоразмерных системах на основе материалов с дираковской особенностью в спектре носителей: графене и силицене, в которых двухзонность энергетического спектра обуславливает формирование специфических в сравнении с традиционными полупроводниковыми структурами

распространенных и локализованных состояний. В частности, будут исследованы энергетический спектр и транспорт в одномерном кольце и туннельно прозрачном контакте.

В ходе выполнения проекта будут рассчитаны электронные состояния и циркулярный ток в различных одномерных кольцах Ааронова-Бома из силицена и щелевой фракции графена: в однородном кольце; в кольце с единичным дефектом; в сверхрешетке на кольце, потенциальный профиль которой обусловлен периодическим потенциалом и модуляцией дираковской щели. В том числе будет учтен вклад спин-орбитального взаимодействия. Кроме того, будет рассчитан спин- и долинно зависимый сдвиг Гуса-Хенхен электронного пучка при прохождении через ферромагнитный барьер в силицене с учетом спин-орбитального взаимодействия типа Рашба. Будут вычислены поправки к смещению Гуса-Хенхен, связанные с различием между двумя подрешетками силицена при взаимодействии с ферромагнетиком.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

№ АААА-А19-119012290197-8, 21.01.2019

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМНЫХ ЧАСТИЦ С ВЕЩЕСТВОМ, ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ И РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Разработка электронно-спектроскопических методик одновременного контроля толщины и параметров электронной структуры графеновых плёнок. Разработка модели процесса ионной фокусировки при рассеянии атомов атомной цепочкой. Исследование методами электронной спектроскопии особенностей электронной структуры оксида графена нитридизованного с помощью последовательного воздействия нескольких различных факторов (химических, термических и других). Исследование взаимодействия атомов переходных металлов с поверхностью графена и механизмы формирования систем оксид-кремний при различных температурах и дозах кислорода.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119120290114-7, 02.12.2019

ОПИСАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы описания нестационарных термомеханических процессов в низкоразмерных кристаллических твердых телах. Актуальность проекта связана с тем, что такие материалы обладают аномальными тепловыми свойствами, что было подтверждено экспериментально. В частности, экспериментальные исследования показали, что распространение тепла в кристаллических материалах на нано- и микроуровне часто имеет баллистический (недиффузионный) характер. Обнаруженные уникальные термомеханические свойства кристаллических материалов открывают широкие перспективы их практического использования при создании новых материалов с уникальными свойствами и устройств на их основе. Таким образом, чрезвычайно актуальной является задача разработки математических моделей и программных средств для описания нестационарных термомеханических процессов в низкоразмерных кристаллических твердых телах, в которых характерное расстояние между единичными дефектами составляет более сотни нанометров.

Научная новизна проекта заключается в развитии оригинального подхода, позволяющего получать и аналитически решать макроскопические уравнения нестационарного распространения тепла исходя из уравнений динамики решетки.

Разработанные аналитические методы и программные средства будут применяться для исследования термомеханических процессов в двумерных материалах таких графен, нитрид бора и др.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119072090002-1, 20.06.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ НАНОУГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОМЕЩЕННЫХ В МАТРИЦЫ ИЛИ НА ПОВЕРХНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР, ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ В ДЕФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЕМОЙ НАНО-МЕХАТРОНИКЕ И НАНО-ЭЛЕКТРОНИКЕ

Изменение механических свойств графена при взаимодействии с окружающей его полимерной матрицей или молекулярной подложкой важно для применения этого наноуглеродного материала в композитных, гибких и деформационно-управляемых материалах и для других многочисленных приложений. Однослойный графен, встроенный в деформационно-сжатую податливую упругую матрицу, испытывает пространственно-периодическую изгибную деформацию (модуляцию) с определенной длиной волны. При этом амплитуда изгибной модуляции графена растет с ростом надкритической деформации матрицы. Изгибная модуляция графенового нанослоя, помещенного в податливую матрицу полимера или на поверхность молекулярной подложки, влияет на тепло- и электропроводящие свойства гибкого и деформационно-управляемого устройства на основе наноуглеродного материала. Взаимодействие нанослоя графена с подложкой при определенных условиях может приводить к образованию у него складчатой структуры, также влияющей на его механоэнергетические и теплопроводящие свойства.

В проекте предлагается провести комплексное теоретическое, аналитическое и численное, исследование свойств однослойных и многослойных листов графена, нанолент графена, углеродных нанотрубок и жгутов из них, помещенных в полимерные матрицы или на поверхности различных молекулярных структур.

Целью исследования является выявление возможностей деформационного управления механоэнергетическими и теплопроводящими свойствами гибких систем на основе наноуглеродных материалов, встроенных в различные полимерные матрицы или помещенных на плоские подложки из различных молекулярных структур. Результаты этого

исследования могут найти применение в деформационно-управляемой нано-мехатронике и нано-электронике.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119012890114-9, 25.01.2019

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НАПОЛНЕННЫХ ГРАФЕНОМ

Разработка технологической базы для экологически чистой электроники и дизайн новых функциональных материалов для применения в различных областях промышленности представляют собой ключевые направления научно-технологического развития в области материаловедения. Значительный интерес для применения в указанных отраслях представляют нанокомпозиты на основе гетероциклических соединений, наполненных углеродными наночастицами.

Проект направлен на исследование структурных и механических свойств нанокомпозитов на основе гетероциклических полимеров и олигомеров различных классов, а именно полиимидов и электропроводящих поли- и олиготиофенов наполненных графеном. Известно, что свойства полимерных систем могут существенно изменяться при введении небольшого количества углеродных частиц, что объясняется большой удельной площадью поверхности графена и его способностью инициировать кристаллизацию полимерной матрицы. Молекулярные механизмы, ответственные за эти изменения, на сегодняшний день остаются малоизученными. Планируемые результаты проекта расширят понимание фундаментальных процессов, происходящих на границе полимер-наполнитель в нанокомпозитах с добавлением графена, а также позволят дать практические рекомендации по улучшению эксплуатационных характеристик материалов, находящих применение как в области органической микроэлектроники, так и для создания термостойких покрытий для авиа-, ракето- и машиностроения.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119011490152-8, 10.01.2019

ПРОЕКТ РФФИ № 19-08-00725. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОКОЛО НАНОБЪЕКТОВ В ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ И СВЯЗИ ЭТИХ ПРОЦЕССОВ С МАКРОСКОПИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Актуальность исследования для фундаментальной науки состоит в изучении явлений в современных материалах с новыми перспективными нанонаполнителями. В центре внимания данного проекта будет экспериментальное изучение свойств эластомерных нанокомпозитов и компьютерное моделирование процессов на наноуровне около частиц наполнителя и их связь с макроскопическим поведением материала.

Проект будет связан с исследованием полимерных нанокомпозитов, геометрию наполнителя в которых будут представлять одномерные и двумерные структурные объекты (1D и 2D объекты). Это нанотрубки, пластины графена. Для сравнения продолжится изучение трехмерных нанонаполнителей (такие, как фуллерены, детонационный углерод). Планируется осуществить экспериментальное и теоретическое изучение (в камках компьютерных экспериментов) влияния нанонаполнителей на появление вязкоупругих свойств, эффекта Пэйна (существенно нелинейной зависимости механических свойств при малых деформациях от амплитуды циклических деформаций), эффекта Маллинза (размягчение материала после первого нагружения), существенного повышение напряжений в момент разрыва образца, формирования волокон (тяжей) в вершине макроразрыва.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119062590043-0, 21.06.2019

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ И СИЛЬНО-КОРРЕЛИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

Целью исследования в общем плане является теоретическое и экспериментальное изучение традиционных и новых сверхпроводящих систем с необычными нормальными и сверхпроводящими свойствами, аномальной симметрией параметра порядка, характером сверхпроводящего перехода, природой сильных электронных корреляций, аномальными резистивными и термодинамическими характеристиками, изучение новых фундаментальных явлений, наблюдаемых при протекании электрического тока в сверхпроводниках сверхмалых размеров и имеющих качественные отличия от макроскопического режима проводимости.

Конкретная цель исследования состоит в теоретическом описании механизма сверхпроводимости Кона - Латтинжера и построения фазовой диаграммы сверхпроводящего состояния в сверхчистом и умеренно-чистом подкрученном бислое графена, а также в графеноподобных гетероструктурах, что представляет большой интерес как в фундаментальном плане, так и в плане приложений в микро и наноэлектронике, включая современную оптоэлектронику и квантовую информатику.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИМ. П.Л. КАПИЦЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119042590053-1, 22.04.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРАФЕНА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕНСОРОВ

Проект направлен на решение фундаментальной и практически значимой задачи исследования основных физическо-химических и электронно-энергетических характеристик новых углеродных материалов, необходимых для разработки и создания сенсоров на основе углеродных нанотрубок, графена, содержащих их композитных материалов и тонких пленок. Высокая чувствительность электронных характеристик к присутствию атомов и молекул, сорбированных на поверхности, а также рекордная величина удельной поверхности, способствующая такой сорбции, делают углеродные наноструктуры перспективной основой

для создания сверхминиатюрных сенсоров, определяющих содержание газовых примесей в атмосфере.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119100490100-0, 04.10.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ СВОЙСТВАМИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Проект предусматривает разработку физико-математических моделей управления свойствами углеродных нанотрубок для создания новых наноэлементов планарной технологии, разработку технологии и синтеза композиционных структур на основе кремния оксидных полупроводников и углеродных материалов методами современной планарной технологии, разработку квантовых моделей взаимодействия атомов с углеродными материалами, разработку новых моделей переноса в композиционных планерных структурах, на основе слоев углеродных материалов, разработку моделей формирования потенциальных барьеров на границе слоев углеродных нанотрубок и графена с оксидными полупроводниками и кремнием, разработка методов построения потенциальных диаграмм контактов, методов управления проводимостью углеродных слоев с помощью внешних электрических полей и явлений формирования дрейфовых и инжекционных токов в барьерных наноэлектронных структурах.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119112590048-7, 22.11.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ И ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮЭКСПЕРИМЕНТОВ НАЕВРОПЕЙСКОЙ УСТАНОВКЕ XFEL

Целью НИР является разработка и применение новых методов исследования структуры и функциональных свойств наносистем с высоким пространственным, энергетическим и временным разрешением с помощью комплекса методов, включающих рентгеновский лазер на свободных электронах (европейская и другие установки XFEL).

Задачи проекта: - Исследования структуры, электронного спектра и физических свойств квазисвободного однослойного графена на поверхности карбида кремния после ковалентной модификации с помощью производных органических красителей; - Исследования структуры, электронного спектра и физических свойств оксида графена после модификации путем частичного восстановления и формирования химической связи с производными органических красителей и фуллеренами; - Исследование структуры, электронного спектра и физических свойств металлических, гибридных и оксидных наночастиц, нанопроволок, нанослоев, а также покрытий на их основе.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А19-119061790026-4, 14.06.2019

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И МОНОСЛОЕВ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ УСТРОЙСТВ НАНО- И ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

Представляемое научное исследование посвящено решению проблемы развития электронной компонентной базы для нано- и оптоэлектроники путем использования вертикальных гетероструктур на основе графена и графеноподобных материалов с новыми структурными сочетаниями слоев.

Основной целью научного исследования является поиск новых сочетаний слоев графена и графеноподобных материалов с металлическими, полупроводниковыми и диэлектрическими свойствами в составе вертикальных гетеростуктур, обладающих настраиваемыми электропроводящими, оптическими и оптоэлектронными характеристиками. С помощью методов компьютерного моделирования планируется провести оценку возможности создания на основе графена и новых представителей графеноподобных 2D материалов – борофена, голубого и черного фосфора, фторированного графена, борофана, оксида цинка, селенида олова и сульфида олова – вертикальных гетероструктур типа металл-диэлектрик, металл-полупроводник, металл-диэлектрик-полупроводник, полупроводник-диэлектрик-полупроводник, а также полупроводниковых гетероструктур и изучить перспективы использования полученных гетероструктур для создания электронной компонентной базы устройств нано- и оптоэлектроники.

На основе полученных результатов численных экспериментов будет составлена база данных электрических, оптических и оптоэлектронных параметров полученных вертикальных гетероструктур с учетом особенностей их топологии и электронного строения.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

№ АААА-А19-119110690045-1, 06.11.2019

ЛАЗЕРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОКСИДА ГРАФЕНА: ЛОКАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ МАТЕРИАЛА

За последние 15 лет исследованиям свойств графена, его структурных особенностей и возможностей применения в разных сферах науки и техники посвящено множество работ. В результате масштабных исследований свойств чистого графена на данный момент ясно, что имеются два ограничения: 1) материал является полуметаллом, в то время как для создания полноценных электронных и сенсорных элементов необходимо покрыть полный диапазон электронных свойств включая диэлектрики и полупроводники; 2) технологически создание больших площадей высококачественного графена представляется одной из сложнейших и трудозатратных задач, ограничивающих его применимость. В связи с этим, материалы, полученные на основе графена путем его функционализации позволяют контролировать его

электронные свойства и расширяют возможности его применения.

Одним из перспективных материалов для фундаментальных исследований является оксид графена (ОГ), отличающийся от исходного материала наличием гидроксильных, эпоксидных, карбонильных и других кислородсодержащих функциональных групп на базальной плоскости и по краям, что приводит к изменению гибридизации части атомов углерода с sp2 на sp3. Наличие полярных групп на поверхности позволяет диспергировать ОГ в растворителях и использовать для изготовления гибкой электроники. Огромным преимуществом использования ОГ является возможность управления его электрическими и химическими свойствами путем контролируемого удаления кислородсодержащих групп, что позволяет изменять электрическую проводимость материала на 6 порядков в изначально диэлектрическом материале. Данный процесс называется восстановлением, а полученный материал – восстановленным оксидом графена (ВОГ). Методы получения ВОГ из ОГ можно классифицировать по типу источника воздействия на материал: тепловой поток, химический реагент - восстановитель, электрический ток, микроволновое излучение, световой поток, лазерное облучение, ионное облучение, электронный пучок, рентгеновские лучи, электролиз воды.

Метод лазерного восстановления оксида графена имеет ряд преимуществ над другими, а именно: экологичность, простота и тиражируемость технологии, невысокая стоимость, а также возможность создания наноразмерных структур. Однако, разрозненные данные, полученные различными группами по всему миру, нуждаются в систематизации, методы производства ОГ в стандартизации, так же, как и измерения свойств получаемых пленок ВОГа.

В связи с этим предлагаемая обзорная статья направлена на рассмотрение двух фундаментальных вопросов, касающихся модификации оксида графена: 1. Механизмы восстановления оксида графена при его лазерном облучении; 2. Влиянии параметров источника (лазера) на получаемые структуры восстановленного оксида графена. Вработе планируется провести систематический анализ по влиянию параметров производства, модификации и использованию полученных пленок из ОГ, а также планируется рассмотреть используемые специфические режимы лазерного восстановления, такие как интерференционный метод или восстановления в режиме абляции.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119092390109-2, 19.09.2019

HIGH-K ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ НАНОСТРУКТУР (ТИТАНАТЫ КАЛИЯ СО СТРУКТУРОЙ ГОЛЛАНДИТА, ДЕКОРИРОВАННЫЕ ОКСИГРАФЕНОМ) ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ/КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Трехкомпонентные композиты, обладающие необходимой совокупностью диэлектрических и механических свойств, благодаря высокому комплексу функциональных свойств, эффективности и легкости переработки являются перспективными многофункциональными материалами для устройств накопления энергии, пьезоэлектрических генераторов, электромеханических преобразователей, радиоэлектронных компонентов, изделий микро- и наноэлектроники и др. Возможности улучшения характеристик существующих керамических пьезо- и ферроэлектриков с высокими показателями диэлектрической проницаемости практически исчерпаны.

Проект направлен на получение полимерных композитов с равномерно диспергированными керамическими и проводящими (углеродными) наполнителями, обладающих высокой диэлектрической проницаемостью и малыми диэлектрическими потерями в широком частотном диапазоне. В качестве керамического наполнителя будет использован новый функциональный материал - титанат калия модифицированный переходными металлами со структурой голландита или стекломатричного керамического композита, содержащего голландито- и перовскитоподобые гекса- и октатитанаты. В качестве проводящего исследованы ряд наноструктруных форм углерода: МУНТ, графены и др. В рамках проекта будет исследовано влияние полимерной матрицы, химического и фазового состава керамики, а также типа углеродного материала, их концентрации и температуры окружающей среды на диэлектрические свойства в частотном диапазоне от 11 ГГц до 300 Гц. Будет установлен порог перколяции и электрическая прочность трехкомпонентных композитов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ АААА-А19-119092090004-3, 19.09.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ И РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ ЧУЖЕРОДНЫХ АТОМОВ В СЛОЕ ГРАФЕНА НА ЕГО ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Проект направлен на решение следующей задачи: установление закономерностей изменения физических свойств графена в результате изменения концентрации сорбированных и легированных атомов, типа их конфигурации в слое материала. В рамках выполнения проекта будут вычислены энергетические спектры фрагментов углеродной плоскости различной формы. Будут проведены вычисления как для идеальных фрагментов графена, так и для фрагментов, имеющих структурные дефекты – вакансии, замещения. При расчете спектров будет учтено сильное кулоновское взаимодействие в подсистеме π-электронов. На основе полученных энергетических спектров будут смоделированы спектры оптического поглощения изучаемых фрагментов. Спектры оптического поглощения, а также величина энергетической щели ВЗМО-НСМО, оцениваемая из энергетического спектра, могут быть получены экспериментальным путем. Ввиду того, что спектр оптического поглощения весьма чувствителен к структурным изменениям, полученные расчетные данные могут быть использованы при экспериментальной идентификации структуры плоских углеродных наноматериалов и определении степени ее дефектности. Для выполнения запланированных в проекте исследований будет применена модифицированная методика расчетов в рамках модели Хаббарда, которая ранее была успешно апробирована для изучения свойств различных низкоразмерных углеродных структур.

Использование для проведения расчетов данных о типах и концентрации дефектов структуры из конкретных экспериментальных работ позволит провести соответствие

между теорией и экспериментом, а в дальнейшим предсказывать свойства исследуемых материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119061490100-4, 14.06.2019

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ

Цели научного исследования: исследование квантовых многочастичных эффектов в графене в сильном магнитном поле. Изучение экситонов в новых двумерных материалах. Исследование критического поведения в сложных сетях, построение аналитического описания наблюдаемых эффектов. Разработка математической модели сжимаемого течения в трубах (каналах) с малыми периодическими неровностями на нагреваемой стенке в поле силы тяжести. Изучение решений системы уравнений сжимаемой жидкости без давления в дивергентной форме. Исследование гамильтонианов квантовых возмущенных систем с резонансом частот в главной части. Изучение туннельных квазиклассических асимптотик в квантовых резонансных системах. Исследование резонансной системы гиперболического типа.

Задачи научного исследования: исследование влияния кулоновского взаимодействия, беспорядка и открытия щели в спектре на наблюдаемые спектральные линии графена в сильном магнитном поле. Изучение коллективных и оптических свойств двумерных экситонов в новых двумерных материалах и структурах на их основе. Построение модели формирования определенной топологии сложной сети. Компьютерное моделирование сложных сетей по данным из разных областей. Численное наблюдение и статистическое описание критических явлений в сложных сетях. Построение теоретического описания фазовых переходов в рамках модели экспоненциальных случайных графов. Исследование двухпалубной структуры пограничного слоя в задачах о течении сжимаемой жидкости в трубах (каналах) с малыми периодическими неровностями на нагреваемой стенке. Исследование явления концентрации вещества на линиях, поверхностях (подмногообразиях положительной коразмерности). Построение алгебр симметрий для возмущенных квантовых резонансных систем. Исследование эффективных гамильтонианов возмущения на данных алгебрах. Выявление условий проявления квантовых туннельных эффектов в резонансных системах. Описание и исследование резонансной алгебры гиперболического типа.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ АААА-А19-119031390121-3, 13.03.2019

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В МАЛОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМАХ И СИСТЕМАХ С ТОПОЛОГИЧЕСКИ НЕТРИВИАЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Будет проведено исследование сверхпроводящих свойств в системах с топологически нетривиальными электронными свойствами, а также ряда малоразмерных структур, включая сверхпроводящий квантовый метаматериал – массив кубитов в резонаторе. Планируемыми объектами исследования будут двухслойный графен (скрученный и со структурой АА), полуметаллические фазы, а также сверхпроводниковые кубиты.

Задачи проекта: - Описать электронное состояние скрученного двухслойного графена с учетом электрон-электронного взаимодействия при малых углах скрутки, описать переход Мотта и проанализировать возможную структуру сверхпроводящего параметра порядка в этой системе; - Дать описание свойств, возможной структуры сверхпроводящего параметра порядка и электрических и спиновых токов в двух возможных типах полуметаллов в системах с неидеальным нестингом. Проанализировать возможность возникновения описанных полуметаллических состояний в двухслойном графене с различной структурой; - Провести исследование расслоения на сверхпроводящую и нормальную фазы в материалах с неидеальным нестингом; - Изучить статистику фотонов при конечных температурах в системах, состоящих из конечного числа кубитов связанных с модой резонатора.

Поставленные задачи посвящены исследованию электронных свойств важных для современной физики материалов. Результаты могут представлять интерес для приложений в области сверхпроводниковой электроники и квантовых вычислений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119021890036-6, 11.02.2019

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ, ДИЭЛЕКТРИКОВ, ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ, ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИЛЬНО КОРРЕЛИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ, РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Исследование новых фундаментальных оптических явлений в нанокристаллических диэлектриках с примесными ионами. Исследование зонной структуры и оптических свойств фотонных кристаллов и метаматериалов. Исследование оптических эффектов и процессов переноса энергии и заряда в полупроводниковых квантовых проволоках и многослойных низкоразмерных структурах с квантовыми точками. Разработка научных основ технологии создания наноразмерных эпитаксиальных ферромагнитных пленок для применений в оксидной спинтронике. Исследование методами зондовой микроскопии полупроводниковых A3B5 нанопроводов и лазерных структур, а также электронных свойств 2D-материалов (графен, дихалькогениды переходных металлов). Разработка алгоритмов комплексного зондирования процессов коллапса электронного спектра при сверхбыстрых фазовых превращениях в сильнокоррелированных наносистемах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119102490092-2, 24.10.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ (КВАЗИ) РЕЛЯТИВИСТСКИХ СИСТЕМ В ФИЗИКЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (ПРОДОЛЖЕНИЕ НА 2019-2020 ГОДЫ)

Уникальностью физики киральных сред является то, что такими средами могут быть самые разные физические системы: и современные полуметаллы, такие как графен, и кварк-глюонная плазма. Физика полуметаллов лежит в остове теоретического изучения свойств современных материалов, таких как графен. Уникальные электронные свойства таких материалов, связанные с киральной природой электронных возбуждений в этих материалах, открывают заманчивые перспективы технологических приложений этих материалов в электронике и спинтронике будущего.

В рамках данного проекта планируется изучение свойств Дираковских полуметаллов во внешнем магнитном поле: киральной симметрии, магнитного и обратного магнитного катализа, фазовой диаграммы. В данном Проекте также будет продолжено изучение электронных свойств дефектов структуры графена и других полуметаллов. Хорошо известно, что киральная природа физики графена приводит появлению электронных состояний вдоль Z-образной границы графенового листа. Это состояние имеет топологическую природу и устойчиво к термальным флуктуациям. Поэтому представляет интерес изучить такие электронные состояния, возникающие на границе протяженных дефектов структуры графена. Такие объекты представляют собой квантовые точки, и электронные состояния этих точек обусловлены геометрией полости. Эта задача интересна еще и тем, что такие объекты являются аналогом адронов в квантовой хромодинамике (КХД), и поэтому изучение поляризационных явлений в окрестности таких дефектов во многом схожа с поляризационными явлениями в физике адронов. К тому же эти объекты крайне важны с технологической точки зрения как прототип квантового бита и квантового нейрона. В новом проекте будет продолжено изучение электронных свойств графена. Будет получен фазовый портрет по проводимости графена при конечном химическом потенциале. В дальнейшем этот опыт будет перенесен на аналогичные задачи КХД. В Проекте будет изучено состояние кварк-глюонной плазмы как пример киральной среды. В области решеточных измерений в КХД планируется обобщить опыт моделирования графена при конечном химическом потенциале на КХД и получить фазовую диаграмму КХД. Также фазовые переходы в КХД будут изучены при помощи метода топологических инвариантов в импульсном пространстве.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ А.И. АЛИХАНОВА НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ АААА-А19-119020790036-0, 31.01.2019

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ СТРУКТУРНЫХ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Целью исследования является разработка, развитие и адаптация методик комплексной диагностики интерфейсов и наноразмерных неоднородностей в наногетероструктурах для определения их атомного строения, геометрической формы и размеров, элементного и фазового состава, протяженности переходных областей на основе детектирования и анализа сигналов, возникающих при взаимодействии электронных и рентгеновских пучков с нанообъектами. Развитие адекватных методов диагностики наноматериалов является одним из непременных условий создания и совершенствования нанотехнологий. Для выбора и корректировки условий синтеза наноструктур необходимо получение наиболее полной и количественно точной информации об основных физических и физико-химических параметрах и характеристиках на всех этапах технологического процесса получения наноструктур (элементный, фазовый и химический состав; параметры реальной кристаллической и электронной структуры; геометрические параметры; электрофизические и оптические характеристики). Методы атомно-силовой микроскопия будут использоваться для изучения и модификации локальных свойств поверхности с помощью острых твердотельных зондов. Кроме того, необходимо развитие методов емкостной спектроскопии для исследования влияния кристаллических дефектов на электрофизические и оптические свойства наногетероструктур с квантовыми ямами и квантовыми точками.

Особое внимание будет уделено разработке методов исследования углеродных наноматериалов, таких как графен, окись графена, углеродные нанотрубки, фулерены и наноалмазы, свойства которых будут значительным образом модифицированы путем химического сопряжения с различного рода органическими молекулами. Планируется также разработка диагностических методик и исследование процессов взаимодействия наноструктурированных поверхностей, обладающих эффектом плазмонного резонанса, с химически привязанными к ним биологическими объектами.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119080790014-2, 06.08.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ КЕРАМИЧЕСКИМИ ЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ГРАФЕНА НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ НАНОКОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИСКРОВЫМ ПЛАЗМЕННЫМ СПЕКАНИЕМ

Цели научного исследования: исследовать влияние модификации оксида графена ультрадисперсными частицами на однородность распределения графена в керамической матрице. Исследовать влияние добавления в керамическую матрицу модифицированного ультрадисперсными частицами оксида графена на свойства полученного керамического нанокомпозита искровым плазменным спеканием. Исследовать влияние технологических режимов искрового плазменного спекания на свойства керамического нанокомпозита.

Ожидаемые результаты исследования: анализ современных международных литературных источников в области проведения научных исследований; проведение анализа исходных материалов для изучения их потенциальной возможности применения в рамках научного проекта; получение оксида графена и его химической модификации керамическими ультрадисперсными частицами; подбор технологических параметров искрового плазменного спекания для получения беспористого материала; исследование механических характеристик полученных

образцов (износостойкость, прочность на изгиб, вязкость разрушения и усталостная прочность).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»

№ АААА-А19-119013090092-5, 29.01.2019

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

В ходе выполнения исследований по теме предусматривается развитие физико-химических основ технологии углеродных наноструктур на основе детонационных наноалмазов, графена и оксида графена и композиционных материалов, использующих эти структуры в качестве составляющих элементов.

Планируется разработка оптимальных методов, в том числе с использованием предварительных теоретических расчетов, формирования графена с совершенной кристаллической структурой на карбиде кремния, развитие физико-химических методов модификации поверхности углеродных наноструктур на основе детонационных наноалмазов, графена и оксида графена с целью придания этим структурам новых функциональных возможностей. Предполагается продолжить изучение поверхностных свойств углеродных наноструктур (детонационных алмазов и оксида графена) методом адсорбции инертных газов, экспериментально проверена эффективность новых подходов к синтезу и модификации поверхности углеродных наноструктур на основе детонационных наноалмазов, графена и оксида графена, а также эффективность разработанных новых методов в технологии композитов на основе углеродных наноструктур. Предусматривается экспериментально проверить и подтвердить эффективность разработанных новых технологических методов формирования пленок графена на различных подложках, в том числе на подложках карбида кремния, изготовить и изучить прототипы газового сенсора на основе графена.

В результате планируемых исследований будут разработаны методы функционализации углеродных наноструктур, позволяющие управлять физико-химическими свойствами материала, изучены механизмы, влияющие на требуемое оптимальное сочетание теплопроводности и прочности. Планируется провести теоретические исследования для изучения влияния размерного фактора на физико-химические свойства структур при разном соотношении доли sp2/sp3 гибридизованных состояний атомов углерода. Будут развиты методы получения порошков детонационных наноалмазов с размером области когерентного рассеяния менее пяти нанометров и исследованы процессы формирования слоев оксида графена нанометровой толщины на различных подложках. Будет изучено влияние обработки структур при высоких статических давлениях и температурах на ансамбль точечных дефектов в микро- и нанокристаллических алмазах. Будут развиты процессы формирования композиционных углеродных наноструктур, позволяющие создавать материал с заданной величиной теплопроводности. Будет проведено сравнение электрофизических параметров плёнок графена, сформированных в разных технологических условиях на различных подложках. Будут разработаны новые технологические процессы получения структур на основе карбида кремния и исследовано влияние на фотолюминесценцию структурных дефектов и электрически активных центров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119081490051-7, 14.08.2019

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРОЙ КОМПОЗИТНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Работы по данной теме объединены идеей о разработке новых нанокомпозитных материалов для различных применений и методов анализа их структуры.

Выполнение работ по теме предполагает проведение исследований по следующим направлением: - Развитие рентгеновских методов томографии, топо-томографии, рентгено-флуоресцентного анализа и малоуглового рассеяния для высокоразрешающих исследований структуры наносистем в твердых и жидких фазах; - Разработка пилотного комплекса и технологии импульсного лазерно-плазмонного жидкостного травления и прецизионного микро-нано-структурирования труднообрабатываемых оптических материалов;- Создание в кристалле системы параллельных близко расположенных друг к другу межзеренных границ; - Управление кинетикой переключения сегнетоэлектриков магнитным полем; - Исследование влияния внешних воздействий на свойства пленок и термоэлектрических элементов на основе SmS; - Разработка светособирающих (антенных) супрамолекулярных структур, реализующих безызлучательные процессы переноса энергии; - Моделирование метаповерхностей с контролируемым набором доминирующих порядков дифракции света; - Синтез массива двухкомпонентных нанопроволок и создание на основе этого массива источника электромагнитного излучения терагерцового диапазона, работающего по принципу спин-инжекционного генератора; - Исследование механизма превращения ферроцена в нанокомпозиты карбидов железа при воздействии высокого давления и высокой температуры; - Синтез и исследование структурных, магнитных и электронных свойств графена, модифицированного наночастицами оксидов железа; - Исследования нового типа наночастиц типа ядро-оболочка и других систем с целью создания нового типа сверхпрочных и жаростойких конструкционных материалов для авиастроения и других применений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И ФОТОНИКА» РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119020790039-1, 31.01.2019

ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВОРАЗМЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Целью предлагаемых исследований является изучение базовых физических свойств и разработка основ технологии квантоворазмерных гетероструктур на основе полупроводниковых соединений А3-нитридов, А2В6, А3В5, А3В6, а также структур на основе Si и графена – материалов, перспективных для применений в современных и перспективных приборах полупроводниковой нанофотоники и электроники.

В ходе проведения исследований запланировано получение следующих научных результатов: - Будут разработаны физико-

технологические основы молекулярно-пучковой эпитаксии (МПЭ) и газофазной эпитаксии из металлорганических соединений (МОГФЭ) для получения базовых слоев и элементов конструкций квантоворазмерных полупроводниковых гетероструктур различного функционального назначения на основе соединений А3-нитридов, А2В6, А3В5, А3В6; - Будут разработаны основные технологические методы и подходы в планарной технологии формирования фотоприемных структур различного функционального назначения на основе Si; - Будут разработаны и апробированы базовые методы пострстовых технологических процессов применительно к исследуемым типам полупроводниковых гетероструктур; - Будут разработаны и апробированы методы исследования физических свойств вышеуказанных материальных систем и квантоворазмерных гетероструктур на их основе; - Будут проведены экспериментальные и теоретические исследования фундаментальных структурных, электронных, оптических и электрических свойств вышеуказанных квантоворазмерных гетероструктур и их составных частей, а также структур на основе Si и графена; - Будут созданы предпосылки для дальнейшей разработки технологий, конструкций и методов исследования физических свойств квантоворазмерных гетероструктур на основе полупроводниковых соединений А2В6, А3N, А3В5, А3В6, а также структур на основе Si и графена в направлении их практического применения с целью реализации современных и перспективных приборов полупроводниковой нанофотоники и электроники.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119012190007-1, 18.01.2019

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ГИБКОГО ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СЕНСОРА НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА МОДИФИЦРОВАННОГО ПЛАЗМОЙ CH4 И N2: ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью проекта являются экспериментальные исследования оптоэлектронных свойств гибкого фоточувствительного сенсора оптического диапазона на основе функционализированного в плазме метана (CH_4) и азота (N_2) оксида графена. В настоящее время оптические сенсоры являются неотъемлемой частью широкого класса приборов с различным назначением используемых, например, в системах безопасности, бытовых приборах, медицинских и промышленных приборах. Гибкие электронные устройства в ближайшей перспективе призваны кардинально преобразовать способы использования электроники. Развитие в этой области электроники предполагает использование совершенной новой элементной базы.

Одним из перспективных направлений в этом плане является разработка элементов гибкой электроники на основе углеродных наноматериалов, к которым относится оксид графена (ОГ). Оксид графена является окисленной формой графена, свойства которого после восстановления приближается к графену. Суспензия ОГ может наноситься на гибкие полимерные подложки и после восстановления способна поглощать свет в широком спектральном диапазоне.

В данном проекте предлагается проведение восстановления ОГ в плазме метана (CH_4) с последующей или совместной обработкой в плазме азота (N_2). Воздействие плазмы азота должно привести не только к дальнейшему восстановлению ОГ материала, но и к повышению фоточувствительности пленки за счет введения дополнительных центров поглощения.

В результате реализации проекта планируется разработка экспериментального макета фотосенсора оптического диапазона на основе восстановленного ОГ, модифицированного плазмой CH_4 и N_2; установлено влияние плазменной обработки в метане и азоте на электрические и оптические свойства материала ОГ; определено влияние подложки и толщины пленки ОГ на оптоэлектронные свойства исследуемого материала; предложена модель энергетических переходов в запрещенной зоне разработанного фотосенсора при поглощении света.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.АММОСОВА»

№ АААА-А19-119021390108-5, 12.02.2019

НОВЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ И НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ

Целью проекта является установление связи между структурой и свойствами новых двумерных и объемных наноматериалов методами компьютерного моделирования, а также выяснение возможностей управления их свойствами для продвижения этих материалов в новые технологии.

Из расчетов электронных свойств новых двумерных наноматериалов будет проанализирована их химическая активность, установлено наличие и ширина запрещенной зоны, распределение электронной плотности и ее перераспределение за счет различных факторов (упругая деформация, образование морщин, наличие вакансионных дефектов, химическая модификация, наличия подложки графена или нитрида бора). Будут получены зависимости частоты и энергии колебаний в зависимости от амплитуды для делокализованных коротковолновых колебательных мод в двумерных материалах с учетом их однородной упругой деформации. В рамках двумерной модели Френкеля-Конторовой с различными периодами локального потенциала и атомного слоя будет описана кинетика фазового перехода в бистабильной сетке дислокаций несоответствия и морфология новой фазы. Будет проведено конечно-элементное моделирование пластической и сверхпластической деформации конструкций и заготовок при диффузионной сварке или сверхпластической формовке многослойных конструкций.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119100790050-5, 03.10.2019

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СЛОИСТЫЕ ГРАФЕНОВЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И АККУМУЛИРУЮЩИХ ЭНЕРГИЮ УСТРОЙСТВ

Проект посвящен проблеме улучшения физико-технических характеристик элементной базы суперконденсаторов и устройств, аккумулирующих энергию. В рамках проекта

выдвигается новая научная идея, заключающаяся в использовании слоистых графеновых композитов, модифицированных атомами и кластерами различных химических соединений, в качестве материала для создания электродов литий-ионных/натрий-ионных аккумуляторных батарей и суперконденсаторов. Под слоистыми графеновыми композитами понимаются тонкие моно- и бислойные плёнки на основе слоёв графена и заключенных между ними одностенных углеродных нанотрубок, ориентированных как вертикально, так и параллельно графеновым структурам.

Для проведения исследований будет создан программный генератор атомной структуры супер-ячеек пленочных графен-нанотрубных композитов различной топологии. Для исследуемых объектов будут рассчитаны зонная структура, энергии Ферми, плотность электронных состояний, распределение плотности электронного заряда, квантовая ёмкость и удельная электропроводность.

На основе результатов расчета будет составлена карта физико-технических параметров исследуемых топологических моделей графен-нанотрубных пленок, модифицированных атомами и кластера бора, кремния и азота, для выявления теоретических прототипов модифицированных графен-нанотрубных пленок, наиболее перспективных для создания суперкондесаторов и аккумуляторных батарей на их основе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

№ АААА-А19-119090690012-8, 30.08.2019

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ДВУМЕРНЫХ СВЕРХРЕШЁТОК НОВОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Предлагается новая модель двумерной сверхрешетки, состоящая из чередующихся в шахматном порядке участков однослойного и двухслойного графена, характеристиками которой можно управлять посредством перпендикулярного к плоскости сверхрешётки электростатического поля. Предлагаемый тип графеновых сверхрешёток позволяет управлять параметрами электронного спектра при помощи воздействия внешнего постоянного электрического поля, приложенного перпендикулярно плоскости сверхрешётки. Предполагается вывести дисперсионное соотношение для такой структуры и построить аналитическое выражение для энергетического спектра, а также вычислить проводимость и магнитопроводимость.

Предполагается получить новые результаты, которые будут востребованы в области разработки прототипов элементов оптоэлектроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119012590300-9, 25.01.2019

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСИСТЕМ

Научный проект посвящен разработке, реализации и практическому применению качественно новых математических моделей физических свойств углеродных и кремниевых наноматериалов, полимерных нанокомпозитов, наночастиц и нанокапель. К углеродным наноматериалам относятся: фуллерены и фуллериты; нанотрубки и пучки нанотрубок; углеродные нанолуковицы и наночастицы; графен; углеродные нановолокна; вискеры. Исследуемые полимерные нанокомпозиты представляют собой полимерную матрицу с наполнителями в виде углеродных нанотрубок, нановолокон и металлических и полупроводниковых наночастиц. В качестве кремниевого наноматериала будет рассмотрен пористый кремний, который получается в результате электрохимического травления. Будут построены математические модели структур типа «фуллерен-пористый кремний» и «нанотрубки-пористый кремний». Для наночастиц и нанокапель будут разработаны континуальные и термодинамические модели, учитывающие размерные зависимости их физических характеристик, в частности поверхностного натяжения.

На основе результатов математического моделирования будут разработаны новые подходы к диагностике физических свойств перспективных наноматериалов, а также новые методы автоматизации измерений

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119081990024-6, 12.08.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ 2D И 3D НАНОСТРУКТУР И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Цель работы: – исследование физических свойств новых наноматериалов и структур, сформированных с помощью разработанных технологий изготовления трёхмерных полупроводниковых, диэлектрических, металлических нанооболочек и массивов на их основе, технологии наноимпринт-литографии, аддитивной технологии (3D микро-нанопечати), технологии выращивания графена, технологии фторирования графена и суспензии графена, технологии формирования гибких структур и материалов на основе технологии 2D печати, технологии направленного травления твердых тел; – исследование физических свойств метаматериалов и фотонных кристаллов. Транспорт двумерного электронного газа в градиентном магнитном поле: статический скин-эффект в одно- и многовитковых оболочках, ток градиентного дрейфа, осцилляции продольного сопротивления в знакопеременном магнитном поле, в т.ч., в условиях микроволнового облучения. Перспективные практические применения в области сенсоров; – исследование свойств функциональных материалов на основе графена для электроники и фотоники; – исследования композитных материалов для резистивной памяти. Исследование элементов гибкой электроники, сформированных с использованием фторографена и других соединений, получаемых из суспензии графена. Перспективные практические применения для электроники и фотоники; – Оптимизация условий роста графена и исследование его свойств; – исследование свойств субволновых многоуровневых решеток и сложных плазмонных структур. Перспективные практические применения; – исследование физических свойств оксидов переходных металлов, испытывающих фазовый переход первого рода; – оптимизация условий формирования квантовых точек и антиточек в графене. Исследование электрических свойств наноструктур, содержащих, одновременно квантовые точки

и антиточки; – исследование свойств 2D и 3D наноструктур и сенсоров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119031390122-0, 13.03.2019

НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ НЕОДНОРОДНЫЕ СТРУКТУРЫ СО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Целью проекта является изучение ряда важных двумерных и трехмерных наноразмерных и неоднородных систем. Скрученный графеновый бислой является одним из наиболее интенсивно исследованных объектов благодаря обнаружению сверхпроводящего перехода в образцах с малыми углами скручивания. Из-за сложной геометрии этой структуры теоретическое описание электронного спектра довольно сложно. Разработан оригинальный подход к проблеме. Планируется применить эти результаты для изучения электронных свойств скрученного графенового бислоя в случае малых углов поворота с учетом электрон-электронного взаимодействия. Планируется продолжить изучение нового типа полуметалла, существование которого было предсказано ранее. Будут исследованы возможные типы сверхпроводящего состояния в такой системе, электрическая и спиновая проводимость, спин-Холл эффект. Также планируется изучение некоторых актуальных проблем, связанных с магнитотранспортом в полуметаллах Вейля, с учетом анизотропии конуса Дирака.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119100490086-7, 01.10.2019

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПЛАЗМОНОВ В УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ УГЛЕРОДНОЙ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ РЕНТГЕНОВСКОГО, ОПТИЧЕСКОГО, ИК И ТГЦ ИЗЛУЧЕНИЯ

Проект направлен на разработку фундаментальных моделей возникновения плазмонов в углеродных нанотрубках и слоях графена, которые находятся под внешним воздействием электромагнитного излучения либо потока заряженных частиц. При этом разрабатываются методики расчета параметров тонкослойных структур, типа слой полупроводник - углеродная структура с низкой проводимостью, диэлектрик - полупроводник - углеродная наноструктура (графен либо углеродные нанотрубки), углеродные нанотрубки на поверхности полупроводника и другие в которых обеспечивается генерация медленных плазмон - поляритонных волн. Разрабатываются методики расчета компенсации омических потерь поляритолнных волн дрейфовыми и инжекционными токами в проводящих углеродных структурах, в том числе в графене. На основе развитой теории проводится разработка физических моделей генераторов оптического, ИК и ТГц диапазонов излучения, возбуждаемых накачкой дрейфовыми либо инжекционными токами. Расчеты опираются на численные мультифизические модели взаимодействия лазерного излучения с углеродными структурами - графеном и массивами углеродных нанотрубок.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119060590051-1, 04.06.2019

ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМАЯ МНОГОУРОВНЕВАЯ ФОТОРЕЗИСТИВНАЯ ПАМЯТЬ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И РОДСТВЕННЫХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Энергонезависимая резистивная память, демонстрирующая нелинейное динамическое поведение, подобное процессам в биологических нейронных сетях, может решить одну из основных проблем современной элементной базы микроэлектроники, связанную с критическим увеличением энергопотребления элементов (транзисторов) при уменьшении их размеров. Цифровая обработка информации в суперкомпьютере, имитирующем работу нейронной сети с числом нейронов на два порядка меньшим числа нейронов в мозге, приводит к потреблению энергии в миллион раз больше, чем аналоговая обработка этой информации мозгом.

Представленный проект направлен на решение фундаментальной научной проблемы создания и контроля энергонезависимых многоуровневых состояний в мемристорных структурах, подобных биологическим синапсам, на основе оксида графена и родственных двумерных материалов, дихалькогенидов переходных металлов, в условиях их фотоэлектронных и фононных возбуждений.

В рамках проекта планируется решить ряд задач, как в области теоретического моделирования образования и переключения резистивных состояний в электрическом поле, так и в проведении экспериментальных работ по установлению и изучению механизмов формирования многоуровневых состояний при разных возбуждениях.

В проекте будут исследованы процессы генерации и переноса заряда в фотомемристорных структурах, а также структурные фазовые переходы, приводящие в электрическом поле к изменению их сопротивления. Будут установлены механизмы переключения электрического сопротивления и формирования в них энергонезависимых состояний. Это позволит создавать нейроморфные нелинейные многофункциональные устройства со сверхнизким энергопотреблением и сверхвысокой плотностью записи информации. Электронные компоненты энергонезависимой резистивной памяти на основе биосовместимых оксида графена и родственных 2D материалов, позволяющие применять технологию само сборки, могут быть использованы в качестве интерфейсов между искусственными нейронными сетями и биологическими нейронами. В проекте будут также исследованы мемристивные состояния в структурах нового типа с плавающими квантовыми точками, которые чувствительны к электромагнитному излучению в широком диапазоне длин волн, что актуально для решения задач распознавания образов, машинного зрения и искусственного интеллекта.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119012190140-5, 21.01.2019

РФФИ-19-32-50034_МОЛ_НР –»ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ MoS_2/ГРАФЕН, ПОЛУЧЕННЫЕ С ПОМОЩЬЮ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ ИЗ СУСПЕНЗИИ MoS_2, КАК ОСНОВА ФОТОДЕТЕКТОРОВ»

Для создания наноэлектронных приборов большой интерес представляют двумерные полупроводники, которыми, в частности, являются дихалькогениды переходных металлов. Наличие запрещенной зоны позволяет использовать их для создания широкого класса различных оптоэлектронных устройств.

Одним из перспективных направлений разработки оптоэлектронных приборов является создание гетероструктур MoS_2/графен. В данном проекте гетероструктуры MoS_2/графен впервые будут созданы трафаретной печатью для разработки физико-технологических основ создания фотодетекторов. Вертикальные Ван-дер-Ваальсовые гетероструктуры MoS_2/графен, состоящие из чередующихся тонких слоев графена и MoS_2, уложенных последовательно друг на друга, будут напечатаны из суспензий слабоокисленного графена и MoS_2 на гибкой подложке.

Новизной проекта также является создание и исследование свойств гибридных гетероструктур, напечатанных из суспензии графена на пленке MoS_2, осажденной методом CVD и, наоборот, трафаретная печать гетероструктур из суспензии MoS_2, на графеновую пленку, выращенную методом CVD. Будут исследованы структурные и оптические свойства суспензий MoS_2 и слабо окисленного графена. Будут проведены экспериментальные работы по исследованию электрофизических характеристик и фоточувствительности гетероструктур, напечатанных на гибких подложках. Важным достижением Ван-дер-Ваальсовых гетероструктур на основе двумерных материалов, полученных трафаретной печатью, является демонстрация возможностей новых физических подходов и новых принципов построения приборных структур.

Формирование таких структур открывает множество возможностей для создания различного рода электронных приборов и устройств с различной функциональностью.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А20-120032590079-8, 25.03.2020

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА В НАНОУСТРОЙСТВАХ НА ОСНОВЕ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР И ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОМАТЕРИАЛАМИ

Недавнее появление большого разнообразия двумерных (2D) материалов и создание ван-дер-ваальсовых структур с контролируемой комбинацией слоев дает новые возможности для реализации устройств на их основе для применений в маломощных электронных схемах, гибких дисплеях, сенсорах, фотоэлементах и др.

Данный проект направлен на разработку моделей и иследование электронных наноустройств на основе ван-дер-ваальсовых гетероструктур и органических нанокомпозитов с привлечением методов классических и квантовых кинетических уравнений и аппроксимаций, первопринципных расчетов (с применением пакетов VASP, QuantumATK-Synopsys), дробно-дифференциальной квантовой механики, стохастического обобщения подхода Кана-Хилларда, методов молекулярной динамики и Монте-Карло, теории прыжкового транспорта и перколяции.

Наиболее перспективные системы будут рассматриваться для возможной экспериментальной реализации и исследования. Будут исследованы электромеханические характеристики термодинамически устойчивых двумерных материалов, предназначенных для эффективного преобразования механической энергии в пьезопреобразователях. Будет определен оптимальный способ модификации графеноподобных углеродных материалов, обеспечивающий необходимые пьезоэлектрические свойства. будет обосновано применение наблюдаемого в двумерных материалах пьезоэлектрического эффекта в модели 2D пьезопреобразователя, размещенном совместно со звукопроводом на одной наноленте. Планируется описать взаимодействие полей высокой интенсивности с наноструктурированными мишенями на основе ван-дер-ваальсовых гетероструктур и углеродных нанотрубок. Конечной целью исследований в этом направлении будет разработка модели «настольного» генератора полей с интенсивностями, сравнимыми с внутриатомными (лазерного ускорителя заряженных частиц). Эти работы будут дополнены теоретическими исследованиями генерации и распространения плазмонно-поляритонных волн в структурах на основе полупроводниковых пленок, графена и углеродных нанотрубок.

Теоретические разработки в области плазмоники и фотоники экстремальных полей имеют широкий прикладной потенциал (от оптоэлектронных генераторов ТГц излучения до лазерных ускорителей заряженных частиц). Интеграция разработанных устройств в существующие опто- и радиоэлектронные системы позволит повысить их конкурентоспособность и сделают пригодными для новых применений фотоники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120031390022-9, 12.03.2020

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ ГРАФЕН/ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ СТРУКТУР, ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ, И ПОЛИМЕРНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ

Исследование различных композитных наноструктур на основе полимерных сегнетоэлектриков типа PVDF/P(VDF-TrFE) и графена/оксида графена (G/GO), а также родственных графеноподопных структур на основе углерода (карбина, восстановленного оксида графена, гидрогенизированного графена - графана, и т.п.) в том числе в сочетании их с двумерными структурами типа дихалькогенидов (MoS_2 и др.) и других родственных 2-мерных Ван дер Ваальсовых систем (типа дихалькогенидов других переходных металлов, типа WS_2, или силицена, и др.) - растет чрезвычайно бурными темпами во всем мире. Это обусловлено, конечно, возможными появлением все новых прорывных технологических применений таких новых композитных материалов и гетероструктур. Особенно актуальны здесь композитные графеновые структуры именно в сочетании

с полимерными сегнетоэлектриками, уже имеющими широкий спектр применений, так как это существенно расширяет все их возможности применений. Здесь одним из важнейшим инструментом для различных исследований является именно компьютерное моделирование и квантово-химические расчеты с применением различных методов (ab initio, DFT и полуэмпирические подходы, в т.ч. и в сочетании с молекулярной механикой и молекулярной динамикой). Применение современных компьютерных методов математического моделирования и численного исследования процессов формирования сегнетоэлектрических явлений на атомно-молекулярном наноуровне, моделирование условий и механизмов физических явлений, расчета физических свойств в атомно-молекулярных системах наноразмерного масштаба является эффективным междисципринарным подходом решения фундаментальной проблемы сегнетоэлектричества в таких сложных многокомпонентных гетероструктурах. Такой подход, в сочетании с экспериментальными исследованиями, существенно дополняет их и друг друга, и в ряде случаев, моделирование и расчет позволяет спрогнозировать и предсказать возможные эффекты заранее, снижая тем самым и экономические затраты на проведение экспериментов. Развитие такого комплексного взаимного подхода для исследования сегнетоэлектрических свойств новых нанокомпозитов несомненно актуально и принесет новые важные результаты. Поставленные задачи позволят оптимизировать исследуемые гетероструктуры, определить и предсказать наиболее выгодные их параметры для достижения желаемых практических целей: а именно, улучшить такие показатели материалов, как их времена переключения, значения пьезоэлектрических и пироэлектрических коэффициентов, оптические свойства, важные для создания новых управляемых фотодетекторов.

На проведение таких исследований и решение этих задач методами компьютерного моделирования в сочетании с экспериментальными измерениями в композитах на основе полимерных сегнетоэлектрических пленок ЛБ (ПВДФ и П(ВДФ-ТрФЭ)) в сочетании со слоями графена/оксида графена, и, в том числе, в сочетании их с двумерными структурами типа дихалькогенидов (MoS_2, WS_2, WSe_2 и др.) и другими графеноподобными гетероструктурами (графан, фторграфен, h-BN структуры и др.) и направлен данный проект.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМ. М.В. КЕЛДЫША РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А20-120121690073-6, 15.12.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ И ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ УСТАНОВКЕ XFEL

Цель НИР: изучение пространственной, атомной и электронной структуры, а также свойств функциональных наноматериалов с применением новых методов исследования с высоким пространственным, энергетическим, временным разрешением, включающих использование мощных источников синхротронного излучения. Задачи: 1. Синтез и изучение структуры, электронных и магнитных свойств новых материалов, полученных путем интеркаляции графена ферромагнитными металлами и кремнием; 2. Изучение сверхбыстрого размагничивания в мультислоях CoPt с использованием европейской установки XFEL; 3. Исследование электронной структуры функционализированного оксида графена.

Ожидаемые результаты: будут получены данные об атомном строении, геометрической форме и размерах, элементном и фазовом составе и дефектах, электронной структуры материалов на основе детектирования и анализа сигналов, возникающих при взаимодействии электронных и рентгеновских пучков с наносистемами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А20-120100590068-8, 29.09.2020

СОЗДАНИЕ ПАВ СТРУКТУР ГРАФЕН-ПЬЕЗОЭЛЕКТРИК И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Объектом исследования является разработка и создание технологии формирования графеновых пленок и создания на их основе нового класса ПАВ структур. Проведено исследование возможностей формирования ПАВ структур с подстройкой частоты. Разработан метод формирования ПАВ-структуры с подстройкой частоты. Произведена оптимизация параметров роста графена при помощи CVD-метода осаждения на медную подложку. Создан действующий лабораторный макет ПАВ-структуры «графен-пьезоэлектрик» и исследованы его основные параметры.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120101590011-1, 13.10.2020

СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ПОЛИМОРФНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ГРАФЕНА

Проект направлен на решение актуальной проблемы физики конденсированного состояния, связанной с исследованием физической природы свойств функционализированного графена в зависимости от химического состава и структуры его полиморфных разновидностей. С фундаментальной точки зрения, актуальность проекта обусловлена тем, что до сих пор остается неясным, как изменение структуры полиморфов функционализированного графена может влиять на их свойства. С практической точки зрения актуальность связана с тем, что для использования в электронике необходим поиск факторов, позволяющих варьировать свойства графена так, чтобы его металлическиепроводящие свойства изменялись на полупроводниковые.

Новизна исследования заключается в том, что электронную структуру и свойства графена предполагается изменять не только за счет химической адсорбции, но и в результате формирования различных полиморфных разновидностей, имеющих одинаковый химический состав, но различную структуру, то есть различный порядок присоединения неуглеродных атомов к поверхности слоев графена.

В ходе выполнения проекта предполагается разработать теоретический подход, позволяющий предсказать и модельно построить структуру новых полиморфных

разновидностей функционализированного графена, рассчитать их структуру и электронные свойства. Также будет выполнено моделирование полиморфных превращений одних структурных разновидностей функционализированного графена в другие. Расчет структуры и электронных свойств, а также оценка устойчивости новых структурных разновидностей графена функционализированного фтором, водородом, хлором, кислородом и гидроксильными группами будет выполнена методами теории функционала плотности.

Анализ полученных результатов этих исследований позволит углубить фундаментальные представления о физической природе влияния структуры и химического состава полиморфных разновидностей функционализированного графена на их электронные свойства.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120021490050-2, 11.02.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СЕЛЕКТИВНОЙ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВОЙ ЭПИТАКСИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НИТЕВИДНЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ А3В5 НА ПОВЕРХНОСТИ СТРУКТУРИРОВАННОГО ГРАФЕНА

Непланарные наногетероструктуры на основе нитевидных нанокристаллов (ННК) твердых растворов полупроводниковых соединений А3В5 представляют собой класс перспективных материалов фотоники, оптоэлектроники и фотовольтаики, способных составить конкуренцию «традиционной» кремниевой технологии. Геометрия ННК позволяет создавать радиальные и аксиальные гетероструктуры на основе решеточно-рассогласованных систем, стабилизировать полиморфные кристаллические модификации и расширять область смешиваемости твердых растворов. Применение методов эпитаксии Ван-дер-Ваальса (ВдВ, рост массивов гетероструктур на слое двумерного материала) позволяет осуществлять рост массивов ННК на решеточно рассогласованных подложках кремния. При этом, предварительно перенесенные на термически окисленную подложку Si графеновые листы выполняют для зарождающихся ННК роль буферного слоя. В дальнейшем, синтезированные эпитаксиальные массивы ННК могут быть легко отделены от подложки и перенесены в полимерную матрицу, что открывает возможность создания гибких функциональных светоизлучающих и фотопреобразующих структур, превосходящих по своим энергоэффективности и стабильности аналоги на основе органических соединений. Причем, графен в такой геометрии может выступать в роли прозрачного электрического контакта. Кроме того, после отделения массива ННК становится возможным повторное использование кремниевой подложки.

Целью настоящего Проекта является исследование процессов селективной Ван-дер-Ваальсовой эпитаксии полупроводниковых нитевидных нанокристаллов А3В5 соединений на поверхности графеновых листов, перенесенных на кремниевые подложки, исследование структурных и оптических свойств синтезированных гетероструктур.

Научная новизна проекта заключается в выявлении основных закономерностей, определяющих механизмы нуклеации, эпитаксиальной ориентации и релаксации упругих напряжений в процессе ВдВ-гетероэпитаксии при отсутствии сильных ковалентных или ионных химических связей на гетероинтерфейсе с подложкой.

Практическая же значимость определяется развитием новых ростовых методик, технологии подготовки виртуальных структурированных подложек графен/Si для селективной эпитаксии, а также пост-ростовых технологий создания гибких функциональных гетероструктур на основе ННК, перенесенных в гибкую полимерную матрицу с прозрачным электрическим контактом на основе графена.

Полученные результаты, могут быть использованы при постановке целей, задач и поиске путей решения прикладных НИОКР по разработке технологических процессов новой элементной базы оптоэлектроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Ж.И. АЛФЕРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А20-120012890106-0, 23.01.2020

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУР РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Создание нового поколения электронных устройств и материалов, основанных на использовании достижений нанотехнологий, требует существенных затрат на экспериментальные исследования. Использование методов математического моделирования позволяет выделять и исследовать наноструктуры различной геометрии, обладающие необходимыми свойствами для дальнейшего практического применения в различных областях, не проводя дорогостоящих экспериментальных исследований.

В рамках проекта предполагается построение и аналитическое и численное исследование спектральных и транспортных свойств новых математических моделей наноструктур различной геометрии. В частности, предполагается: 1) изучить возможность управления свойствами многослойного графена при помощи внесения в него искусственных периодических дефектов; 2) исследовать влияние внешнего магнитного поля на свойства динамического квантового графа, состоящего из квантового кольца и отрезка с изменяющейся длиной; 3) получить аналитическое выражение и провести численное исследование квантового графа, состоящего из двух квантовых колец с двумя перемычками, помещенного в магнитное поле; 4) построить математическую модель периодической системы квантовых колец с перемычками и изучить влияние магнитного поля на ее спектральные свойства. Для численного исследования наноструктур предполагается использовать программный комплекс, использующий технологии параллельных вычислений. Также в рамках проекта предполагается изучить ряд вопросов, связанных с геометрическими свойствами собственных функций операторов Лапласа инвариантных римановых метрик на компактных однородных пространствах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

№ АААА-А20-120081790003-9, 14.08.2020

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ БИОМЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И БИОПОЛИМЕРОВ

Проект направлен на разработку новых электропроводящих пленочных, губчатых композитов и скаффолдов, перспективных для регенерации поврежденных тканей сердца. Реализация проекта предусматривает детальное изучение фундаментальных закономерностей криотропного гелеобразования графеновых биокомпозитов, что позволит направленно варьировать свойства получаемых материалов. Для совмещения графена и биополимеров будут использоваться биосовместимые амфифильные поверхностно-активные вещества (поливинилпирролидона и сополимеров группы Pluronic), что позволит избежать применения токсичных растворителей и солюбилизаторов. Использование малослойного (1-4 слоя) графена с большими латеральными размерами позволяет рассчитывать на достижение высоких показателей электропроводности композитов по сравнению с известными на сегодняшний день аналогами, что особенно важно для их биомедицинского применения. Кроме того, будет проведена комплексная физико-химическая характеризация полученных материалов и исследована их биосовместимость для дальнейшего их использования в качестве скаффолдов с участием клеточных компонентов. Будет проведено исследование биосовместимости, скорости биодеградации in vivo при трансплантации малым лабораторным животным (крысам), функциональной активности кардиомиоцитов, импрегнированных в скаффолды, при помощи электрофизиологических тестов, а также их пролиферация. Различные механические и электропроводящие характеристики скаффолдов позволят варьировать степень адгезии и пролиферацию клеточных культур на поверхности материалов, что даст широкие возможности для их применения.

Таким образом, работы, запланированные в представленном проекте, позволят значительно расширить представления о получении и свойствах углеродных (графеновых) нанобиокомпозитов, что, бесспорно, имеет большое, прежде всего, фундаментальное значение в области конструирования новых биоматериалов с заданным комплексом свойств перспективных для применения в регенеративной медицине.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ БАЙКАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120100290075-9, 28.09.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ И МИНИМИЗАЦИЯ ДЕГРАДАЦИИ ДВУМЕРНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМИСТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Основной целью проекта является исследование деградации двумерных неорганических материалов при нормальных условиях (в воздухе) и поиск путей уменьшения деградации, в частности путем помещения дихалкогенидов переходных металлов между листами графена, который обладает большей стабильностью, а также изучение изменения электронных и оптических свойств таких материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120091090056-1, 10.09.2020

ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ МОДУЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ В ОДНОМЕРНЫХ И ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ

Цель: целью настоящего проекта является проведение комплексного систематического экспериментального исследования эффектов модуляции состояния поляризации электромагнитных волн терагерцового (ТГц) диапазона частот в диапазоне от 0,2 до 0,8 ТГц в одномерных, двумерных и квазидвумерных наноструктурах на основе углеродных материалов при различных внешних воздействиях.

Задачи проекта: для достижения цели необходимо провести экспериментальное исследование эффектов модуляции состояния поляризации электромагнитных волн ТГц диапазона в одномерных наноструктурах на примере углеродных нанотрубок, в двумерных наноструктурах на примере графена и в гибридных квазидвумерных наноструктурах, состоящих из слоёв графена и нанотрубок, для выявления закономерностей изменения поляризационных свойств (азимутального угла и угла эллиптичности) данных структур в диапазоне частот 0,2–0,8 ТГц.

В результате проведения исследований в рамках данного проекта будут получены экспериментальные данные об изменении поляризационных свойств одномерных, двумерных и квазидвумерных углеродных наноструктур в ТГц диапазоне частот при различных внешних воздействиях (накачка излучением инфракрасного диапазона длин волн, статическое магнитное поле), что необходимо для развития ТГц фотоники в целом, и может найти применение при разработке передовых устройств систем ТГц сканирования багажа и высокоскоростной передачи информации в телекоммуникационных сетях следующего, шестого поколения, в частности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А20-120080790002-5, 05.08.2020

КОМПЛЕКСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОВАЛЕНТНО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ. СТРОЕНИЕ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ, МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ФТОРИДОВ И ОКСИДОВ ГРАФЕНА

На данный момент существует множество экспериментальных работ посвященных изучению свойств коваленто модифицированных графеновых материалов, таких как оксид графена, фторид, их производные и др. Такие материалы могут найти применение при создании полупроводниковых устройств и сенсоров, конденсаторов и аккумуляторов высокой емкости, различных микроэлектромеханических системах, и даже в биологии и фармакологии. Одна из ключевых проблем в теоретическом изучении таких материалов связана со сложностью описания их структур.

Данный проект направлен на изучение термодинамических, механических и электронных свойств таких материалов в зависимости от упорядоченности структур. Использование комбинации современных методов

моделирования (молекулярная динамика, квантовая химия) позволит составить более точные модели для описания данных структур, и выявить зависимость их свойств как от степени и типа функционализации, так и от условия их получения.

Результаты проекта будут полезны при дизайне новых материалов и широкого круга устройств на их основе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА ИМ. Г.К. БОРЕСКОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А20-120072990063-9, 28.07.2020

УСИЛЕНИЕ ТЕРАГЕРЦЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПЛАЗМОННЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА С ДРЕЙФОМ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА

Проект направлен на решение проблемы создания теоретических основ усиления и генерации терагерцевого (ТГц) излучения с использованием эффекта плазмонного резонанса в структурах на основе графена. Будет рассмотрена возможность эффективного использования структур, состоящих из одного или нескольких слоев графена с протекающим в нем (них) постоянным электрическим током, в качестве активного элемента для компактных когерентных перестраиваемых источников и усилителей излучения ТГц диапазона частот, работающих при комнатной температуре.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120011490052-7, 29.12.2019

РЕНОРМГРУППОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Проект посвящен исследованию в рамках методов функциональной ренормгруппы систем, особые физические свойства которых определяются электронными корреляциями. К числу таких систем относятся магнетики без локальных моментов (ферромагнетизм обеспечивается пиками плотности состояний, вызванными наличием больших электронных масс вблизи высокосимметричных точек на грани зоны Бриллюэна), а также графен и нанообъекты на основе графена (нанопластинки и наноленты).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ ИМЕНИ М.Н. МИХЕЕВА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120111190014-5, 11.11.2020

КВАНТОВЫЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ПОСТКРЕМНИЕВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Проект направлен на создание физических основ технологий, установление фундаментальных физических закономерностей квантовых и топологических полупроводниковых материалов, гетеросистем и структур, определение возможностей их использования для перспективной пост-кремниевой электроники на новых физических принципах.

В рамках проекта будут решены задачи: будут разработаны новые физические подходы и конструкции полупроводниковых квантовых наногетероструктур соединений A3B5, A2B6 и A4B6, для перспективных приборов оптоэлектроники, нанофотоники, наноэлектроники и спинтроники; будут разработаны технологии создания однофотонных лавинных фотодиодов (ОЛФД) на базе полупроводниковых квантовых гетероструктур InP/InGaAs/InP для применения в оптоволоконных системах квантовой связи и гетероструктур AlAsSb/InAsSb и InAlSb/InSb для матричных ИК фотоприемных устройств; будут разработаны нанотехнологии создания и установлены основные физические закономерности новых квантовых систем на основе графена, ван-дер-ваальсовых гетероструктур, топологических изоляторов и полуметаллов Вейля для пост-кремниевой электроники; будут разработаны технологии создания и исследованы полупроводниковые наноструктуры с квантовыми точками и спиновые квантовые центры в широкозонных полупроводниках для нового поколения устройств квантовой фотоники; будут разработаны физические принципы технологий создания пост-кремниевых материалов, включая полупроводниковые и плазмонные метаматериалы, для нанофотоники, плазмоники и наносенсорики.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120052690025-2, 26.05.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИОКСИАЛКАНОАТОВ ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИВЫЕ КЛЕТКИ И ТКАНИ

Проект направлен на решение проблемы отсутствия фундаментальных представлений о физических механизмах улучшения пьезоэлектрических свойств полиоксиалканоатов в зависимости от структуры полимерных пленок и скэффолдов, а также соотношения между аморфной и кристаллической фазами, молекулярного состава композитов при добавлении двумерного непроводящего оксида графена или проводящего восстановленного оксида графена, модифицированных наночастицами магнетита.

Пьезополимерные материалы в сочетании с двумерным наполнителем в виде оксида графена или восстановленного оксида графена, модифицированных наночастицами магнетита, позволят создать целый ряд композитных биодеградируемых материалов с широким значением пьезозаряда (пьезопотенциала), что обеспечит получение отсутствующих до настоящего времени научных данных о способах стимулирования клеток для обеспечения желаемого биологического отклика.

Полученные знания будут иметь ключевое значение при изготовлении на основе этих материалов различных биомедицинских изделий: биоразлагаемых шовных нитей, биодеградируемых фиксирующих винтов, штифтов, шпагатов, скоб и пластин, пародонтологических мембран, хирургических сетчатых эндопротезов, раневых и ожоговых покрытий, хирургических заплат для закрытия дефектов кишечника и перикарда, биодеградируемых кардиоваскулярных стентов,

протезов сосудов, искусственных клапанов сердца, каркасных проводников для регенерации нервов и др.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120022590044-7, 25.02.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ В ДЕФОРМИРУЕМЫХ СРЕДАХ НА НАНО-, МИКРО- И МАКРОСКОПИЧЕСКОМ УРОВНЯХ

Целью работы является разработка математических моделей механики функциональных материалов с учетом микроструктуры и воздействия физических полей для проектирования новых изделий.

Будет осуществлено исследование связи между процессами в полимерных материалах на нано-, микро- и макроскопическом уровнях. Планируется сформулировать гипотезы и осуществить их проверку с помощью компьютерных экспериментов, касающиеся особенностей поведения в связующем современных нанонаполнителей (нанотрубок, наноалмазов, графена, технического углерода). Будут созданы математические, физические и термодинамические основы, позволяющие адекватно описывать макроскопическое деформационное поведение и структурные изменения функциональных материалов (материалов с памятью формы, в том числе магнитных). Планируется разработать математические модели для описания различенных механохемодиффузионных технологий формирования поверхностно-упрочненных слоев металлических деталей машин и прогнозирования их усталостного ресурса в процессе эксплуатации, а также методику подтверждения расчетов экспериментом. Будут созданы математические модели, описывающие поведение жидких смесей и их взаимодействие с полимерными материалами. Будут разработаны вероятностные методы оценки надежности конструкций из полимерных композиционных материалов, определены законы распределения характеристик с типовой укладкой. Будет развит аппарат бессеточных численных методов для решения краевых задач с погранслоями.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120100890073-9, 06.10.2020

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТУННЕЛЬНЫХ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВСКИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДРУГИХ ДВУМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ

В рамках предлагаемого проекта предполагается комплекс экспериментальных, теоретических и технологических исследований электронных, высокочастотных и оптических свойств новых типов вандерваальсовских гетеросистем на основе различных двумерных слоев и нульмерных кристаллов.

Предполагается исследовать с помощью метода резонансной магнитотунельной спектроскопии электронную структуру новых ван-дер-ваальсовых гетеросистем – однослойный графен /h-BN/ двухслойный графен с использованием уровней дефектов в барьере h-BN в качестве сканера. Это должно позволить нам уже при малых магнитных полях исследовать тонкую структуру плотности состояний двухслойного графена и эффекты расщепления уровней Ландау, вызванные снятием спинового и долинного вырождения. Кроме того, предполагается исследовать проявление туннельной кулоновской щели в таких системах. Планируется теоретическое исследование плазмонов, распространяющихся вдоль краев графена в сильном магнитном поле. Будет рассмотрена быстрая динамика электронного газа в графеновых структурах, возникающая под воздействием интенсивных электромагнитных импульсов терагерцового диапазона.

В проекте предполагается разработать и экспериментально изучить новые вандерваальсовские гетеросистемы на основе графена, модифицированные близлежащими нульмерными обьектами и двумерными слоями, в том числе магнитными.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120111190040-4, 22.09.2020

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТИПОВ МАГНИТНЫХ НАНО НАГРЕВАТЕЛЕЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ МИКРО- СВИММЕРОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

В данной работе осуществлено: а) исследование материалов с добавлением оксида графена для нанесения покрытий на ансамбли металлических наночастиц; б) исследование магнитных свойств цепочек магнетосом для применения в магнитной гипертермии; в) исследование распределения температуры в биологической среде во время проведения магнитной гипертермии.

Также, в данной работе разработаны: а) технология нанесения защитных покрытий с добавлением оксида графена на металлические поверхности и ансамбли магнитных наночастиц; б) технология создания оптимальных цепочек магнетосом для использования в качестве нано-нагревателей в магнитной гипертермии; в) технология доставки магнитной жидкости, содержащей микрокапсулы с магнитными наночастицами, в живые ткани для их равномерного прогрева.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120070790061-3, 03.07.2020

ОДИНОЧНЫЕ И КОНСОЛИДИРОВАННЫЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ: ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ В НАНОУСТРОЙСТВАХ

Проект направлен на исследование электронных, оптических, магнитных и механических свойств нанолент,

кристаллов нанорулонов, и гетероструктур на основе графена и других новых двумерных материалов, исследование возможности их применения в наноэлектромеханических системах (НЭМС) и наносенсорах, а также исследование механизмов роста и трансформации углеродных нанотрубок и гибридных наноструктур.

В рамках проекта будут проведены расчеты структуры, механических и магнитных свойств кристаллов из нанорулонов из бислойной гетероструктуры графен/нитрид бора, исследование новых механизмов трансформации и роста углеродных sp^2-наноструктур в результате встройки адатомов углерода, расчеты структуры и электронных свойств нанолент графена с периодически расположенными функциональными группами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ СПЕКТРОСКОПИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120100290072-8, 28.09.2020

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ НАНОСТРУКТУР

В ходе работы над проектом планируется проведение исследования новых двумерных наноструктур, перспективных для электроники и спинтроники.

В рамках проекта будет проведено исследование наноструктур на основе двухслойного графена с нанопорами. Также будет исследовано образование алмазных плёнок нанометровой толщины из-за адсорбции сторонних атомов на многослойную графеновую плёнку. Дополнительно, будет изучена возможность того, что 2D ТМС-кристаллы, замещаемые отдельными гетероатомами, могут быть высокоэффективными электрокатализаторами благодаря комбинированному эффекту SAC и активации базальных плоскостных атомов вблизи дефектных участков.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120032090073-1, 17.03.2020

ДИАМАНЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ НА ОСНОВЕ ПОВЕРНУТЫХ ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ: СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВА

Фундаментальной научной проблемой, на решение которой направлен проект - предсказание нового класса диэлектрических наноматериалов: диаманов и фтор-диаманов на основе муарового графена с различными углами поворота слоев друг относительно друга. Данный класс включает двумерные кристаллы, квазикристаллы, а также нанокластеры на их основе.

Задачей проекта является исследование их атомной геометрии, энергетической стабильности, электронных и механических свойств с помощью современных теоретических методов. Значимость ожидаемых результатов заключается в руководстве создания этих новых материалов и их использовании в качестве широкозонных диэлектриков нм толщины в оптических, механических, термоэлектрических элементах наноустройств, в латеральных муаровый диаман-муаровый графен гетероструктурах для для электронных схем, получаемых из одного биграфена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120100890072-2, 06.10.2020

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В рамках предлагаемого проекта предлагается исследование электронного транспорта в Ван-дер Ваальсовых гетероструктурах на основе графена и других двумерных кристаллов. Будет экспериментально исследовано влияние образующегося муара при кристаллографическом выравнивании пленок нитрида бора и пленок графена, на транспортные свойства графена. Выявлена возможность управления супер-муарной структурой путем кристаллографической ориентации пленок нитрида бора с обеих сторон графена. Кроме того, будут исследованы электронные свойства многослойного графена, с числом слоев не менее трех, как представителя квази-двумерного кристалла с Ван-дер-Ваальсовыми связями и их зависимость от порядка кристаллографической упаковки отдельных плоскостей графена.

Путем этих исследований предполагается расширить возможности зонной инженерии Ван-дер-Ваальсовых гетероструктур и провести поисковые исследования новых многочастичных эффектов, ранее предсказанных теоретически.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120081890056-4, 18.08.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТА И ТЕРМАЛИЗАЦИИ АНСАМБЛЕЙ СПИНОВЫХ МАГНИТОЭКСИТОНОВ

Исследование двумерных электронных систем является важной задачей как для фундаментальной, так и для прикладной науки. Двумерные электронные системы на основе гетеропереходов GaAs/AlGaAs, ZnO, графена, дихалькогенидов представляют собой идеальные модельные объекты для исследования одно- и многочастичных эффектов. В данном проекте будут исследованы фотовозбуждаемые экситоны в условиях квантового эффекта Холла в гетероструктурах AlGaAs/GaAs/AlGaAs. Недавние исследования [Phys. Rev. B 72 (2005) 073304(4), Sci. Rep. 5 (2015) 10354, Nat. Comm. 7 13499 (2016)] показали наличие долгоживущих спиновых экситонов и наличие фазового перехода в магнитофермионный конденсат. Будет измерена экспериментально и соотнесена с расчётами скорость распространения магнитофермионного конденсата. Дальнейшее изучение спиновых экситонов представляет большой интерес из-за наличия макроскопического транспорта экситонов и перестройки спектров люминесценции [Sci. Rep. 8 10948 (2018), Phys. Rev. Lett. 117 (2016) 196802]. Данные исследования и предлагаемый проект уникальны по комбинации объекта исследований

и методике проводимых экспериментов, этим же обеспечивается научная новизна будущих результатов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ АААА-А20-120122290075-1, 18.12.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ И СПИНОВОЙ СТРУКТУРЫ ДИРАКОВСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ДВУМЕРНЫХ СИСТЕМ С БОЛЬШИМ СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Цель проведения работ: создание физических основ технологий, установление фундаментальных физических закономерностей квантовых и топологических полупроводниковых материалов, гетеросистем и структур, определение возможностей их использования для перспективной посткремниевой электроники на новых физических принципах. Основной целью работ является детальное изучение новых квантовых материалов – топологических изоляторов, графена, систем типа Рашбы, монослоев дисульфилов переходных металлов при их взаимодействии с магнитными материалами с целью их дальнейшего применения в спинтронике, наноэлектронике и квантовых вычислениях.

Основные задачи: - изучение перспективных топологических изоляторов различного типа и стехиометрии в комбинации с магнитными металлами, а также новых типов «квантовых» материалов: магнито-упорядоченных, (включая антиферромагнитные) топологических изоляторов, позволяющими реализовать квантовый аномальный эффект Холла и магнитоэлектрический эффект при повышенных температурах. Их всестороннее изучение и создание прототипов спинтронных систем для внедрения в high-tech индустрию; - изучение возможностей и методов функционализации графена, позволяющих придать графену новые необходимые функциональные свойства с целью эффективного использования в электронных устройствах. Для создания устройств спинтроники (SOT-MRAM) на основе графена решение проблемы инжекции спин-поляризованных токов между графеном и ферромагнитным контактом и последующего эффективного транспорта спиновых токов в графене.

Результаты исследований с применением новых методик роста и исследования кристаллов и гетероструктур на основе топологических изоляторов и систем с высоким спин-орбитальным взаимодействием найдут применение в устройствах наноэлектроники и спинтроники (например, в квантовом компьютере, в спиновом транзисторе, топологическом «кубите», энергонезависимой памяти SOC-MRAM и STT-MRAM). Области применения ожидаемых результатов определяется потенциальной возможностью управления электронной энергетической и спиновой структурой синтезируемых низкоразмерных систем на основе топологических изоляторов, Рашба систем и графена, и наблюдения фундаментальных эффектов, таких как квантовый аномальный и квантовый спиновый эффекты Холла и магнитоэлектрический эффект.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120092590031-0, 18.09.2020

НОВЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ РАЗЛИЧНОЙ РАЗМЕРНОСТИ И ПРОВОДИМОСТИ

Развитие современных технологий во многом связывается с использованием веществ, обладающих принципиально новыми свойствами. К ним относятся топологические материалы, рассматриваемые как аналог трехмерного графена, привлекающие значительный интерес, как с точки зрения фундаментальной науки, так и с точки зрения потенциальных приложений. Большой интерес вызывает исследование топологических объемных и поверхностных состояний в тонких пленках.

Наночастицы диоксидов металлов перспективны для наноэлектроники, фотоники и медицины. Диоксид титана по совокупности свойств занимает доминирующее положение в области фотокатализа. Диоксид церия, широко используемый в твердооксидных топливных элементах, может значительно повысить активность фотокатализаторных систем. Активно рассматривается его применение в биомедицинских целях для инвазивного лечения злокачественных новообразований. При электрохимическом взаимодействии углеродных нанотрубок и металлов возможно получение их наноструктур с оксидами металлов, которые после дальнейшего удаления углерода трансформируются в нанотрубчатые структуры оксида металла. Они могут быть применены в качестве активных элементов электронных газовых сенсоров, катализаторов роста углеродных нанотрубок, в составе отрицательного электрода Li-ионных аккумуляторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120070390134-8, 04.05.2020

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Цель научного исследования: 1. Исследование наноструктур на основе новых двумерных материалов, изучение их оптических и электронных свойств; 2. Изучение общих свойств открытых квантовых систем, перспективных для использования в квантовых технологиях; 3. Исследование возможностей управления свойствами краевых магнитоплазмонов на краях графена, которое может применяться для создания плазмонных цепей; 4. Построение математической модели распространения активации в сложной сети, учитывающей взаимодействие более высокого порядка (чем парные); 5. Разработка методов решения задач о взаимодействии течений сложной структуры с обтекаемой поверхностью с учетом теплового и (или) химического взаимодействия; 6. Исследование надбарьерного отражения в спектральных задачах для разностных операторов; 7. Исследование квантовых алгебр с нелинейными коммутационными соотношениями, возникающими в резонансных моделях.

Задачи проекта: - исследование структуры квантовых уровней вблизи края графена, формирования полос с несжимаемыми состояниями, вычисление оптической проводимости; - расчет дисперсий краевых магнитоплазмонов и сравнение с экспериментами; - исследование влияния калибровочных полей, индуцированных деформацией двумерных материалов на электронные возбуждения в них и их коллективные свойства; - управление сверхтекучими свойствами электронно-дырочных систем с помощью внешних

потенциалов; - изучение свойств кубитов в оптической полости, а также конденсата экситонов; - аналитическое описание распространения взаимодействия в случайных графах, исследование критических явления, связанных с топологией; - разработка алгоритма распространения на сетях и применение его для моделирования когнитивных процессов в семантических сетях; - разработка математических моделей конвекции, растворения (осаждения) в потоке жидкости вдоль пластины с малыми периодическими неровностями с учетом изменения формы обтекаемой поверхности; - построение асимптотики туннельного расщепления энергий при надбарьерном отражении для разностных операторов; - исследование базовых квантово-механических моделей, приводимых к разностным операторам.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ АААА-А20-120082490048-0, 21.08.2020

МЕТОД СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Низкоразмерные углеродные наноматериалы (НУНМ), такие как графен, углеродные нанотрубки (УНТ), а также новые углеродные наноструктуры, вызывают интерес исследователей по всему миру. Спектроскопия комбинационного рассеяния (СПКР) является одним из основных методов исследования физических и химических свойств НУНМ.

Целью данной обзорной статьи является систематизация и обобщение результатов исследований НУНМ методом СПКР. Во введении проводится краткий обзор НУНМ, описание преимуществ СПКР для их исследования, обзор существующих методик СПКР и обоснование актуальности. В разделе 2 дано краткое описание теоретических основ СПКР. В разделе 3 описывается история применения СПКР для исследования углеродных материалов. В разделе 4 описываются теоретические основы комбинационного рассеяния света в графене и УНТ и особенности спектров КР графена и УНТ. Обсуждается влияние структуры и морфологии графена и УНТ на спектры КР. Анализируется влияние внешних воздействий на спектры КР графена и УНТ. Раздел 5 посвящен примерам применения СПКР для мониторинга модификации физических свойств графена и УНТ в устройствах на их основе. В разделе 6 анализируются и обобщаются результаты исследования новых углеродных наноструктур методом СПКР. В разделе 7 описываются примеры использования новейших методик СПКР для исследования НУНМ. В заключении описываются перспективы и направления развития метода СПКР для исследования углеродных наноматериалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120060990013-1, 04.06.2020

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫМИ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫМИ СВОЙСТВАМИ ГРАФЕН-НАНОТРУБНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект посвящен развитию научно-методического инструмента для фундаментального поиска топологических закономерностей 2D-/3D- графен–нанотрубных композитных наноматериалов, обеспечивающих синергетический эффект, результатом которого станут новые физические явления, открывающие возможность управления: 1) типом проводимости «проводник/полупроводник»; 2) квантовым транспортом электронов; 3) откликом электронной популяции наноматериала на внешнее электромагнитное поле в диапазоне УФ-видимый-ИК; 4) анизотропией электрофизических, оптических и оптоэлектронных свойств.

Нанообъектами в составе композита будут выступать углеродные нанотрубки различной хиральности и слойности, моно-/слоистый графен и его модификации. Будет рассмотрена вертикальная и горизонтальная ориентация нанотрубок относительно графена.

По результатам исследований планируется сформировать базу данных по графен-нанотрубным композитным 2D-/3D-наноматериалам, которая бы предоставляла информацию об их электрофизических, оптических, оптоэлектронных свойствах в зависимости от топологии взаимного расположения графен-нанотрубных объектов, их морфологии и способа контакта с рекомендациями применительно к разработке устройств нано-/оптоэлектроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

№ АААА-А20-120011390086-3, 10.01.2020

ТРАНСПОРТНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ГРАФЕНЕ И ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОРАХ

Основной целью проекта является теоретический анализ ряда квантовых и классических явлений в системах с дираковскими фермионами, которые активно изучаются экспериментально в последние годы.

Исследования, которые будут проводиться в рамках проекта, можно разделить на несколько направлений:

I) Квантовая интерферометрия на основе геликоидальных состояний. Основные задачи в рамках данного направления включают в себя анализ интерферометров различной геометрии на основе краевых состояний топологического изолятора. Акцент будет сделан на изучение спин-зависимых эффектов, таких как фильтрация спина и прохождение через интерферометр «запутанных» состояний. Также предполагается изучить эффекты сбоя фазы, обусловленные как диссипативным окружением (фононы, флуктуации напряжения на контактах, электрон-электронные столкновения) так и динамикой магнитных примесей, находящихся вблизи геликоидальных состояний.

II) Фононная и электронная теплопроводность графена и топологических изоляторов. В рамках данного направления будет исследованы следующие задачи: (а) Будет исследован перенос тепла в графене и топологических изоляторах в режиме «суперстолкновений», когда фононное рассеяние сопровождается отдачей большого импульса примеси. Данная задача мотивирована недавними сверхточными экспериментами по изучению теплового «образа» (heat image) отдельных сильных примесей в графене; (б) Будет исследована фононная теплопроводность изолированного графена в режиме универсального скейлинга упругих контстант. Задача мотивирована экспериментами по наблюдению рекордной теплопроводности графена.

III) Оптическое возбуждение периодических структур на основе дираковских материалов. В рамках

данного направления будут изучены две конкретные задачи: (а) Будет изучен эффект «храповика» в системах с дираковскими фермионами, помещенными в сильное магнитное поле. В рамках данной задачи предполагается обобщить ранее развитые теоретические модели на случай сильного магнитного поля с целью объяснить гигантское экспериментально наблюдаемое усиление этого эффекта в режиме шубниковских осцилляций. Основное внимание будет уделено анализу различий в режиме дрейф-диффузия и в гидродинамическом режиме, а также сравнению эффекта в обычных и дираковских материалах; (б) Будет исследован обратный эффект Фарадея в плазменном кристалле на основе графена, возбуждаемого через дифракционную решетку из периодически расположенных сферических шариков. Основное внимание будет уделено изучению резонансного плазмонного усиления оптически-индуцированных циркулярных токов в такой системе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120012290068-7, 21.01.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ АТОМНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ НОВЫХ ГИБРИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РЕНТГЕНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ НА СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ

Нанокомпозиты на основе углерода и переходных металлов являются перспективными материалами для применения во многих современных устройствах, включая суперконденсаторы, детекторы газа, топливные ячейки, солнечные батареи и т.д. В частности, суперконденсаторы с высокой мощностью, быстрой зарядкой, большим жизненным циклом и низкими затратами на обслуживание, являются перспективными кандидатами для электрохимических устройств хранения энергии за счет растущего спроса на возобновляемые источники энергии. Газовые сенсоры на основе углеродных материалов обладают широким диапазоном рабочих температур, высокой селективностью к газам различного рода и механической прочностью. При синтезе катализаторов для электрохимических устройств углеродные материалы повышают удельную поверхность последних, препятствуют агломерации металлических наночастиц, способствуют увеличению каталитической активности и стабильности наночастиц. Одной из основных характеристик, которые способствуют повышению эффективности функциональных свойств этих материалов, является электропроводимость, способность к адсорбции молекул газов и жидкостей, каталитическая активность.

Объединение уникальных преимуществ разнородных материалов в одном нанокомпозите является важным подходом для разработки, оптимизации структуры и электронного строения с целью повышения их производительности. Недавние исследования показали, что высокой электронной проводимостью, дисперсностью, адсорбционной способностью и каталитической активностью могут обладать нанокомпозиты на основе полимеров, наноструктурированного углерода (углеродные нанотрубки, графен, активный углерод) и переходных металлов. Электропроводность, дисперсность, адсорбционная способность и каталитическая активность таких нанокомпозитов может зависеть от вида и концентрации металла, химического состояния и способа взаимодействия металла с атомами углеродной матрицы, термической обработки полимера и углеродной матрицы. Также физико-химические свойства нанокомпозитов на основе углеродных материалов зависит от вида химической связи, образованной между атомами углеродной матрицы и атомами металлов. Следовательно, механизмы электропроводности, дисперсности, адсорбционная способность и каталитическая активность этих материалов может быть изучена на основе исследования изменений локальной атомной и электронной структур компонент нанокомпозита, определения особенностей химической связи между металлом и матрицей.

Целью проекта является изучение фундаментальных механизмов взаимодействия между углеродной матрицей и атомами металла, определение атомной и электронной структуры составляющих нанокомпозита в новых гибридных углеродных нанокомпозитных материалах на основе полимеров, наноструктурированного углерода и переходных металлов. Выявление закономерностей формирования атомной и электронной структуры при варьировании температурных режимов, вида и концентрации металла, вида углеродной матрицы на основе анализа особенностей химической связи матрица-металл, изменений атомной и электронной структуры компонент нанокомпозита, комплементарными экспериментальными методами и методами теоретического моделирования.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120012290046-5, 21.01.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА И ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОТОКОВ ДИССОЦИИРОВАННОГО ВОЗДУХА НА ПОВЕРХНОСТЬ УЛЬТРАВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ВЧ-ПЛАЗМОТРОНАХ, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ

Целью проекта является исследование аэротермодинамических аспектов фундаментальной проблемы моделирования аэродинамического нагрева и термохимического взаимодействия высокоэнтальпийных потоков диссоциированного воздуха с поверхностью теплозащитных материалов (ТЗМ) для условий входа тел в атмосферу Земли с гиперзвуковыми скоростями.

Прикладная сторона этого проекта непосредственно связана с разработкой новых технических подходов к термохимическим испытаниям на ВЧ-плазмотронах новых материалов, перспективных для аэрокосмической техники, и с переносом результатов наземных испытаний на условия гиперзвукового полета.

Настоящий проект направлен на экспериментальные и численные исследования неравновесных до- и сверхзвуковых течений воздушной плазмы, теплообмена и каталитических свойств металлов и кварца в расширенных диапазонах условий, реализуемых на индукционном плазмотроне ВГУ-4 (ИПМех РАН) и установке ВАТ-104 (ЦАГИ). Впервые планируется исследование термохимической стойкости и определение каталитических свойств ультравысокотемпературных керамических материалов состава HfB_2-SiC, модифицированных нанопластинками графена новым разработанным методом, в высокоэнтальпийных потоках диссоциированного

воздуха ВЧ-плазмотрона ВГУ-4. В гиперзвуковой аэродинамической трубе ВАТ-104 ЦАГИ, позволяющей моделировать условия полета высокоскоростных летательных аппаратов, будут получены новые данные по каталитической активности высокотемпературных материалов в диапазоне температур 1500-2500 К, при которых эти данные практически отсутствуют.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А20-120100290074-2, 28.09.2020

ПОИСК И ПРЕДСКАЗАНИЕ НОВЫХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Представленный проект будет посвящён решению широкого спектра задач современного материаловедения наноструктур. Данная область науки представляется весьма актуальной и востребованной технологией благодаря общемировой тенденции к миниатюризации составных компонентов технически сложных устройств. Важно, что снижение размерности материалов неизбежно ведёт к изменению их физико-химических свойств, что может значительно расширить их потенциальную область применения. Основной упор проекта будет сделан на двумерных материалах, чьи исследования сейчас кажутся особенно актуальными. Перспективным представляется исследование композитных двумерных наноматериалов для разработки спинтронных наноустройств, функционирующих за счет фундаментальных электронных и магнитных явлений.

В проекте будет проведён поиск новых магнитных гетероструктур на основе двумерных материалов (преимущественно графена), находящихся на различных поверхностях. Будут изучены особенности атомной структуры, электронных, магнитных и транспортных свойств на границе раздела таких материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120063090038-4, 29.06.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУР, МЕТАМАТЕРИАЛОВ И МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОСНОВЕ

Цель работы: разработка метаматериалов и наноструктур для создания на их базе новых устройств, позволяющий эффективно манипулировать распределением электромагнитного поля с целью передачи, обработки и хранения информации.

Исследования будут производиться по трём направлениям: исследования в области физики метаматериалов, исследования в области наноплазмоники, исследования в области фотовольтаики.

Ожидаемые результаты: - Определение возможности применения метаматериалов для беспроводной передачи энергии; - Сравнительный анализ теоретического, численного и экспериментального исследования плазмоники и метаматериалов на основе графена, а также метаматериалов и кластеров, состоящих из диэлектрических наночастиц; - Разработка численных и экспериментальных моделей для различных применений в микроволновом, терагерцовом и оптическом диапазонах частот; - Экспериментальные образцы на основе метаматериалов для маскировки, передачи изображения со сверхразрешением и создания сенсоров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А20-120101290029-9, 28.09.2020

МАГНИТНО-СПИН-ОРБИТАЛЬНЫЙ ГРАФЕН ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ СПИНТРОНИКИ

Проект направлен на детальное изучение электронной и спиновой структуры, а также атомной структуры графена при контакте с магнитными и тяжелыми металлами, которые индуцируют в графене обменное и спин-орбитальное взаимодействие. Получаемый в этом случае магнитно-спин-орбитальный графен обладает уникальными электронными свойствами, необходимыми для его применения в области спинтроники для генерации спин-поляризованных токов и бездиссипативного транспорта. Спин-орбитальное взаимодействие в низкоразмерных материалах выступает в качестве мощного инструмента для взаимного преобразования зарядовых и спиновых токов и манипулирования намагниченностью магнитных материалов посредством явления передачи спинового момента (spin-orbit torque effect). Однако, несмотря на разнообразие свойств существующих объемных материалов и широкое изучение межфазных и квантовых эффектов в низкоразмерных материалах, энергоэффективная генерация и контролируемое управление спиновыми токами при комнатной температуре остается до сих пор трудно реализуемым. Комбинация сильного спин-орбитального взаимодействия с обменным взаимодействием является необходимым условием для наблюдения квантового аномального эффекта Холла (QAHE). Известно, что в этом случае квантовое аномальное состояние Холла может наблюдаться в электронных системах Дирака, в том числе в графене.

В рамках проекта экспериментальными и теоретическими методами будут исследованы системы, состоящие из графена с интеркалированными атомами Au (Pt) и Co (Fe) на подложке SiC(0001) и с интеркалированными атомами Au на подложке Co(0001)/W(110). Известно, что в последней системе реализуется фаза магнитно-спин-орбитального графена с асимметрией спинового расщепления электронных состояний в области противоположных К-точек зоны Бриллюэна. Однако механизм передачи обменного взаимодействия на графен от ферромагнитной подложки через монослой атомов золота до сих пор остается слабо изученным. Поэтому в данном проекте планируется уделить этому вопросу особое внимание, так как он имеет фундаментальное значение и применим для других низкоразмерных систем.

Для применения графена в спинтронике требуется синтез магнитно-спин-орбитального графена на непроводящей подложке. В проекте планируется совместная интеркаляция магнитных и тяжелых металлов под графен на SiC(0001), которая будет исследована впервые. Ожидается, что наиболее интересные эффекты будут наблюдаться при намагниченно-

сти ферромагнитного слоя перпендикулярно поверхности, которая и необходима для наблюдения QAHE.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121081300073-0, 06.08.2021

ОПТИЧЕСКИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ИНДУЦИРОВАННЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В НАНОПРОВОДАХ И НАНОКОМПОЗИТАХ ДИОКСИДА ВАНАДИЯ

Проект посвящен изучению особенностей переключения электронных и структурных свойств при фазовом переходе «изолятор-металл» в микро- и нанопроводах из диоксида ванадия (VO_2) и композитных материалах из графена и наночастиц VO_2.

Проект направлен на изучение особенностей понижения порога фотоиндуцированного переключения структур при помощи (1) уменьшения размера наноканала с мозаичной доменной структурой из различных кристаллических фаз материала, (2) пропускания электрического тока, (3) введения сильных электрических полей.

Изучение особенностей процессов переключения структур на основе VO_2 имеет важное значение для разработки новых видов активных метаповерхностей, способных динамически изменять волновой фронт плоских волн в суб-ТГц/ТГц/ИК диапазоне частот, для создания элементной базы телекоммуникационных систем нового поколения 6G (плоских электрически управляемых линз, умных дефлекторов луча, перестраиваемых фильтров, модуляторов) и нового поколения устройств суб-ТГц/ТГц/ИК «имеджинга» с суб-дифракционным разрешением для медицины (хирургии).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 121120100105-6, 29.11.2021

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ ВОЛН В ПЕРИОДИЧЕСКИХ ДИСКРЕТНЫХ СТРУКТУРАХ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА

Уникальные тепловые свойства углеродных наноматериалов (например, графен, наноалмаз) открывают широкие перспективы их применения при решении проблемы отвода тепла. На сегодняшний день чрезвычайно актуальной является задача разработки математических моделей описания тепловых процессов в наноматериалах с учетом наличия неоднородностей и дефектов (дефекты изотопного состава, вакансии, интерфейсы). Наличие неоднородностей и дефектов может приводить к локализации механической и тепловой энергии в их окрестностях и существенно влиять на процессы теплопроводности.

Целью проекта является выявление основных закономерностей влияния локализационных процессов на перенос тепловой энергии, создание теоретических моделей и применение таких моделей к реальным наноматериалам. Предлагается оригинальный подход, позволяющий описать динамические процессы переноса тепла в гармоническом приближении. На основе полученных результатов будут выработаны практические рекомендации по применению наноматериалов для отвода тепла в микроэлектромеханических системах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121032500053-2, 05.02.2021

ТОКСИЧНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ИХ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ

Синтетические наноматериалы попадают в водную среду в процессе их производства и использования в результате выбросов и сбросов, при использовании для очистки окружающей среды или в качестве отходов. Не совсем ясны процессы и механизмы влияния различных видов наночастиц на морскую биоту, не определены вероятность и степень их перемещения между разными трофическими уровнями, механизмы токсического воздействия на гидробионты, биоаккумуляции и биотрансформации. Существуют лишь единичные работы о сочетанном влиянии сразу двух видов наночастиц на организмы. Очевидно, что для моделирования техногенных катастроф необходимо изучить сочетанное влияния двух и трех различных типов наноматериалов в одном эксперименте.

В данном проекте впервые в экспериментальном исследовании будет показан эффект новых синтетических наноматериалов (индивидуально и совместно) на микроводоросли, микроракообразных, моллюсков, иглокожих и рыб. Впервые будет показана токсичность неисследованных ранее типов наноматериалов – квантовых точек графена и нанолент графена на представителей морской биоты. Впервые будет исследован эффект совместной токсичности (индивидуально и двухкомпонентно) синтетических наноматериалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121061700049-3, 11.06.2021

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ФОНОННЫЕ СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ДОНОРНЫМИ И АКЦЕПТОРНЫМИ ПРИМЕСЯМИ ГРАФЕНА НА ПОДЛОЖКАХ

В современной кремниевой наноэлектронике увеличение объема и скорости обрабатываемой информации достигается, прежде всего, за счет уменьшения физических размеров транзисторной структуры, которое в настоящее время приблизилось к своему пределу (3-5 нм). Кроме того, в ряде приложений, включающих добывающую, оборонную и космическую промышленность, необходимы электронные устройства, способные работать при высоких температурах (до 300-500 °C), при которых современные устройства на основе кремниевых технологий выходят из строя. Это делает задачу поиска новых электронных материалов и наноструктур на их основе весьма актуальной.

Одним из таких новых материалов является графен, который вызывает пристальный интерес мирового научного сообщества, будучи перспективным для создания на

его основе электронных устройств нового поколения благодаря ряду уникальных свойств графена, таких как высокая электропроводность (более 1700 См/м), рекордная подвижность носителей заряда (2·105 $см^2$/В·с при комнатной температуре), оптическая прозрачность (97,7 %), высокая механическая жесткость (~ 1 ТПа), рекордно высокая теплопроводность (5·103 Вт/м·К), и высокая предельная плотность тока, превышающая таковую для меди. В то же время, графен является полупроводником с нулевой шириной запрещенной зоны, что на сегодняшний день ограничивает его применение в нано- и оптоэлектронике. Создание запрещенной зоны в графене посредством его функционализации атомами кислорода, азота, фтора, а также управление ее шириной и знаком носителей заряда позволит контролировать их электрическую и оптическую проводимость, что откроет возможность создания новых типов двумерных функциональных элементов для приборов опто- и наноэлектроники.

Таким образом, исследование электронных и фононных свойств графена на подложках, исходного и функционализированного атомами кислорода, азота, фтора, в диапазоне температур от комнатной до 500 °С, а также установление взаимосвязи между изначальным и атмосферным легированием графена будет способствовать как расширению существующих перспектив его применения в качестве базы опто- и наноэлектроники, так и развитию новых приложений данного материала, включающих рассчитанные на экстремальные условия устройства аэрокосмической, добывающей и оборонной промышленности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 121041600113-4, 12.04.2021

МЕЖФАЗНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОФАЗ ПРИРОДНОГО АМОРФНОГО УГЛЕРОДА И МИНЕРАЛОВ АЛЮМОСИЛИКАТОВ, И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Природоподобные материалы, прежде всего наноструктурированные, являются объектом интенсивного изучения в связи с перспективами создания функциональных материалов с уникальными физико-химическими свойствами на их основе. Наноматериалы, синтезируемые по природным аналогам и из минерального сырья, как правило, обладают хорошей биосовместимостью, уникальными механическими и трибологическими характеристиками, избирательными сорбционными и электрофизическими свойствами, поэтому они имеют большие перспективы применения в высокотехнологичной медицине и промышленности, в частности, активное внедрение наноструктурированных природоподобных материалов происходит в хирургии, имплантологии, вирусологии, биоинженерии, электронике, робототехнике, а также для решения экологических проблем.

Основная часть предлагаемого проекта направлена на установление и характеристику межфазных граничных взаимодействий при реконструкции процессов минералообразования в значимых объектах технической и медицинской минералогии и материаловедения – алюмосиликатных минералах и некристаллических наноструктурированных углеродных веществах (шунгитах и антраксолитах). Важная часть проекта заключается в характеристике межфазного синергетического воздействия природоподобных углеродных нанозимных комплексов на стимулированные эффекты поглощения радикалов и хелатирования с выделением радионуклидов.

Научная новизна проекта заключается в комплексном атомарно-разрешающем изучении структуры и высоколокальных физических свойств, ставших доступными благодаря прогрессу методов исследования не так давно, в области фазовых границ наноструктурированных природных объектов с уникальными сорбционными и электрофизическими свойствами и их синтетических аналогов, а также с детальной характеристикой этого влияния на формирование упорядоченных наноразмерных субструктур в ходе процессов минералообразования и при их экспериментальном синтезе.

Результаты исследования природных углеродных объектов и систем, созданных путем экспериментального моделирования минералогических процессов, позволят получить значимую информацию о процессах и условиях формирования залежей и проявлений углеродистого вещества, прежде всего тонкодисперсного и слабоупорядоченного, а также о преобразовании органического вещества в природе. Результаты проекта будут способствовать разработке научных основ природоподобной технологии получения графеновых пленок или частиц с заданной слоистостью и больших латеральных размеров с уникальными электрофизическими свойствами на основе природных углеродсодержащих материалов. В будущем могут быть разработаны научные основы технологии получения графеновых пленок, нанозимов или частиц с заданным слоем и большими боковыми размерами на основе природных углеродсодержащих материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОМИ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 121081300075-4, 10.08.2021

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИФРАКЦИИ ДЛЯ СКАНИРУЮЩЕЙ БЛИЖНЕПОЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ

Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ) является мощным методом исследования электромагнитных свойств материалов и наноструктур с пространственным разрешением меньшим длины электромагнитной волны. Принципом данного метода является возможность регистрации «ближнего поля» излучения объектов на субволновом растоянии от поверхности. Среди важнейших последних достижений ближнепольной микроскопии можно отметить регистрацию полей, определение длины волны и длины пробега поверхностных плазмонов в металлах и полупроводниковых структурах; обнаружение гибридных фонон- оляритонных мод в гиперболических материалах; установление механизмов генерации фототока в неупорядоченных полупроводниках; регистрация магнитных и электронных фазовых переходов и многое другое.

В рамках данного проекта планируется разработка теоретических основ количественной ближнепольной микроскопии и экспериментальная проверка разработанных принципов. Для этой цели планируется получение и анализ точных решений задач дифракции для основных

блоков, составляющих основу СБОМ: (1) задачи рассеяния электромагнитных волн на зонде сканирующего рассеивающего ближнепольного микроскопа реалистичной формы методами трансформационной оптики, (2) задачи рассеяния электромагнитной волны и возбуждения поверхностных волн на латеральных неоднородностях изучаемой поверхности, (3) задачи взаимодействия зонда СБОМ и электромагнитной волны с поверхностями, имеющими нелокальный токовый отклик.

Предлагаемые к решению электромагнитные задачи обладают очень «богатой» внутренней физикой, что позволит получить информацию о: (1) пространственном распределении ближнего поля вблизи зонда и латеральных неоднородностей, (2) спектре и затухании объемных и краевых плазмонов и фонон-поляритонов в двумерных системах и тонких пленках, (3) эффективности конверсии излучения свободного пространства в поверхностные моды, (4) предельном латеральном разрешении сканирующего ближнепольного микроскопа, (5) предельном усилении локальных электромагнитных полей вблизи неоднородностей поверхности.

Все разработанные модели будут экспериментально верифицированы на тестовых системах: гетероструктурах на основе инкапсулированного графена.

Ключевой экспериментальной идеей, позволяющей верифицировать количественные модели, является проведение ближнепольного эксперимента на модельной системе с хорошо известными и электрически контролируемыми оптическими свойствами. Такой системой является графен, в котором с помощью системы затворов могут индуцироваться латеральные неоднородности оптических свойств.

В результате проекта будут заложены основы количественной ближнепольной микроскопии, которая станет важным инструментом в диагностике наноструктур для новых электронных и оптических приборов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 121033000133-3, 17.03.2021

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ ЛИНИЙ КОНТАКТА ГАЗ – ЖИДКОСТЬ – ТВЕРДОЕ ТЕЛО

Проект направлен на решение глобальной проблемы, связанной с поиском новых методов повышения энергоэффективности технологий, в том числе новых методов существенной интенсификации передачи тепла. Главной целью проекта является комплексное экспериментальное и теоретическое исследование динамики и теплообмена в области линии контакта газ-жидкость-твердое тело, движущейся по твердой нагреваемой подложке с различной смачиваемостью и шероховатостью. Варьирование смачиваемости подложки будет осуществляться механической обработкой поверхностей, а также нанесением различных типов нанопокрытий, что позволит получить линейку поверхностей от супергидрофильных до супергидрофобных.

Исследования по интенсификации теплообмена в энергетических системах с использованием динамических линий контакта газ – жидкость – твердое тело в данном проекте будут способствовать более глубокому пониманию физики процессов интенсивного теплообмена, а также дадут практические рекомендации в управлении двухфазными течениями с линиями контакта за счет свойств поверхности твердых стенок и режимов течения. Создаваемый научный задел может позволить в ближайшее время перейти к созданию уникальных и не имеющих аналогов в мире компактных высоконапряженных по тепловым потокам энергетических, электронных, оптотехнических и электромеханических систем.

В качестве нанопокрытий, меняющих свойства поверхности, будут использоваться одностенные нанотрубки фирмы OCSiAl, нанотрубки и покрытия из графена, получаемые по технологии, разработанной в Институте неорганической химии СО РАН, а также тефлоновые покрытия, получаемые по технологии разработанной в Институте теплофизики СО РАН. Проект закладывает основу решения серьезных теплофизических проблем, которые встают при создании ускорителя синхротронного излучения «СКИФ» в Новосибирской области. Одним из высокотеплонагруженных элементов на станции 1-5 ускорителя является составной тепловой алмазный фильтр с плотностью теплового потока на стекле до 6 кВт/см^2. Охлаждение этого элемента требует создания сверхэффективной микроканальной двухфазной системы охлаждения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121052600074-4, 12.05.2021

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ 2D И 3D НАНОСТРУКТУР И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Целью проекта является исследование физических свойств новых 2D и 3D наноструктур и материалов для практических применений. Будут исследованы материалы и структуры, созданные как с помощью разработанных ранее технологий, так и новых технологий. Основное внимание будет уделено материалам, гетероструктурам, гибридным структурам перспективным для формирования нейроморфных систем, наноэлектроники и нанофотоники, а также для гибкой электроники.

В последние годы в мире огромное количество работ направлено на исследование и практические применения таких материалов как графен и его производные, а также двуокись ванадия, которая испытывает фазовый переход полупроводник-металл. Двуокись ванадия является перспективным нейроморфным электроным материалом (перспективным материалом для формирования мозгоподобных компьютерных систем). В настоящее время форирование и иследование 2D материалов - огромная актуальнейшая и перспективная для многих применений область. Одним из актуальных направлений исследований в этой области является создание гетероструктур на основе 2D материалов и графена. Целью данного направления является формирование и исследование структур и приборов с новыми свойствами, так и управляемая коррекция свойств функциональных слоев, использованных в гетероструктурах.

Создание и исследование гетероструктур из монослоев графена и других 2D материалов, полученных разными способами (рост, перенос, 2D печать) позволит создавать новые гетероструктуры с новыми функциональными свойствами и расширять возможности использования

гетероструктур для приложений, например, для гибкой, носимой, растягиваемой, прозрачной электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А21-121012190094-6, 20.01.2021

ТЕРАГЕРЦОВАЯ ПЛАЗМОНИКА В СИСТЕМЕ ДИРАКОВСКИХ ФЕРМИОНОВ: ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Целью проекта является изучение электронного транспорта, индуцированного терагерцовым излучением в пространственно модулированных наноструктурах с дираковским энергетическим спектром. Объектами исследования явятся пространственно модулированные латеральные системы на основе графена и топологических изоляторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121052500149-0, 14.05.2021

ХИМИЧЕСКИ ИНДУЦИРОВАННЫЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ

Контролируемое изменение структуры наноматериалов на атомном уровне является важнейшей задачей современного материаловедения. Влияние поверхности выражается в необходимости учёта размера наноструктур при описании их стабильности.

При достижении атомарной толщины алмазные плёнки должны демонстрировать ряд крайне привлекательных физических свойств, однако их синтез требует принципиально иных подходов. Поэтому в данной работе будет рассмотрен новый вариант получения алмазных плёнок, когда исходным материалом является не пар, а двухслойная графеновая плёнка. Образование алмазных пленок происходит путём контролируемой химической реакции двух графеновых листов со сторонними атомами – главным образом водородом или фтором.

Такой способ будет опробован экспериментально, а теоретически детально будет изучен механизм трансформации графеновых слоёв не только в случае бислойного графена, но также и других структур на основе слабо связанных слоёв – двухслойных углеродных нанотрубок и родственных наноматериалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ 121093000040-8, 21.09.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МЕХАНИЗМОВ БИОТРАНСФОРМАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНО- И МИКРОЧАСТИЦ НА ПРИМЕРЕ ГИДРОБИОНТОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Целью данного проекта является исследование механизмов биотрансформации и биодеградации различных аллотропных форм углерода морскими гидробионтами. Понимание данных механизмов позволит разработать эффективные методы борьбы с загрязнением водных экосистем твердыми частицами, включая синтетические углеродные наночастицы и угольную пыль.

Углеродные наночастицы (графен, фулерен, нанотрубки, нановолокна, наноалмазы и др.) нашли широкое применение в различных областях производства и сферы потребления. Доля производства углеродных наночастиц непрерывно увеличивается, что приводит к росту рисков загрязнения окружающей среды. Однако, в настоящее время недостаточно изучены процессы биодинамики углеродных наночастиц при взаимодействии с окружающей средой и живыми организмами. Также одной из наиболее распространенных аллотропных форм углерода является угольная пыль.

Контакт с огромным количеством различных загрязняющих веществ позволил морским гидробионтам выработать широкий спектр защитных механизмов, включая биодеградацию ксенобиотиков. Таким образом, гидробионты представляют оптимальную модель для изучения механизмов биотрансформации и биодеградации различных видов углеродных нано- и микрочастиц.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121040900064-9, 08.04.2021

ПОИСК И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ БИОХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Фокус научных интересов в области низкоразмерных наноструктур все больше смещается в сторону тех двумерным материалов, синтез которых возможен только в лабораторных условиях. Это происходит из-за того, что большинство двумерных материалов, получение которых возможно из кристаллических материалов природного происхождения, имеющих слоистую структуру (графен, дихалькогениды переходных металлов и пр.) уже были подвергнуты всестороннему исследованию. Теоретические подходы предсказания и исследования новых материалов позволяют значительно сократить затраты времени на экспериментальный синтез и исследование материалов, перспективных для применения в электронике, катализе и сенсорике. Высокая площадь поверхности и вариативность химических составов двумерных наноструктур халькогенидов переходных металлов может быть использована для широкого спектра применений, особенно для различных сенсорных платформ и детекторов биологических молекул. По этому цель проекта заключается в поиске новых двумерных структур бинарного состава представляющих собой нестехиометрические фазы халькогенидов металлов Mo,W,V,Pt,Ru,Ti и исследование их электронных свойств под воздействием сорбированных молекул. Это позволит предложить новые материалы перспективные для высокочувствительных сенсоров биомолекул и газов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121092400054-4, 23.09.2021

КОНВЕКТИВНЫЙ И КОНДУКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН ВБЛИЗИ ГОРЯЧЕЙ ГРАФЕНОВОЙ ПЛЁНКИ

Многие современные устройства и техпроцессы требуют материалов, обладающих малой собственной удельной теплоемкостью (тепловой инерцией) и хорошей теплоотдачей в окружающую атмосферу. Используя традиционные материалы этих условий можно добиться, используя тонкопленочные или тонкопроволочные нагреватели на теплоизолирующей подложке, но сложность создания и эксплуатации подобных устройств существенно ограничивают сферу их применения. В настоящее же время графен является наилучшим кандидатом на эту роль, так как моноатомный углеродный слой обладает минимальной теплоемкостью и тепловой инерцией среди всех известных 2D материалов. Достижения в сфере синтеза и последующего переноса графенового покрытия позволяют создавать устройства на базе графена используя фактически любую поверхность. При этом использование монокристалла графена в качестве эффективного электронагревателя осложнено крайне низким его удельным сопротивлением. Для функционирования такой преобразователь требует использования большого тока, что существенно повышает потери вкладываемой мощности на других элементах устройства. Поликристаллическая же графеновая пленка обладает значительно большим сопротивлением при сохранении высокой теплопроводности и низкой тепловой инерции. Руководителем проекта в статье [Nanotechnology, 31, 32 (2020)] было показано, что размер графеновых кристаллов определяет сопротивление пленки и величину градиента температуры вдоль кристаллаов, так как Джоулево тепло выделяется в основном по их границам. При этом решение задачи о теплообмене между пленкой и окружающей средой становится менее очевидным и остаётся всё ещё недостаточно изученным.

Таким образом детальное теоретическое и экспериментальное исследование процессов теплообмена плёнки графена с окружающей средой актуально для оптимизации существующих и развития новых функциональных устройств на основе графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121051100321-7, 21.04.2021

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА В СЛОЖНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ, В ТОМ ЧИСЛЕ КВАНТОВЫХ

Цель исследования: – поиск новых электромагнитных мод в толще и на краях наноструктур, составленных из слоев двумерных материалов и метаповерхностей; – изучение оптических свойств и экситоники в двумерных материалах; – исследование распространения активации в направленных сетях в зависимости от вида распределений степеней вершин и коэффициента ассортативности; – разработка аналитических методов моделирования резонансных квантово-механических систем, развитие методов теории представлений и методов построения туннельных квазиклассических асимптотик; – исследование задач обтекания неньютоновскими жидкостями шероховатых поверхностей.

Ожидаемые результаты: – расчеты дисперсионных зависимостей, времен затухания и длин свободного пробега электромагнитных волн, распространяющихся вдоль слоистых наноструктур, составленных из новых квазидвумерных материалов – графена, двухслойного графена муаровой структуры и гиперболических метаповерхностей; – с использованием метода Винера-Хопфа для решения нелокальной электродинамической задачи будут рассчитаны также характеристики мод, распространяющихся вдоль краев таких поверхностей. Планируемые результаты могут быть использованы в дальнейшем для разработки новых устройств нанооптики и наноплазмоники, использующих эффективную передачу электромагнитных возбуждений в наноструктурах; – построение модели распространения активации в направленных сетях и исследование влияния распределения степеней, кластеризации и ассоциативности направленных сетей на процесс распространении; – исследование новой пуассоновой алгебры с квадратичными соотношениями, симплектические листы которой не являются поверхностями вращения. В дальнейшем планируется построение представлений и когерентных состояний для квантовой версии этой алгебры. Эта алгебра возникает в спектральной задаче об атоме водорода в однородном (несильном) магнитном поле при рассмотрении непрерывной части спектра; – исследование квазиклассических спектральных серий с учетом туннельных эффектов для гамильтонианов над квантовыми алгебрами с нелинейными коммутационными соотношениями. Предлагается исследовать эффект подавленного туннелирования и соответствующую дополнительную геометрическую фазу (аналог фазы Берри) в задачах с нелинейным гамильтонианом над данными алгебрами; – построение асимптотического решения с двухпалубной структурой задачи обтекания неньютоновской жидкостью поверхностей с малыми неровностями; – исследование устойчивости системы уравнений Прандтля с индуцированным давлением и исследование некоторых особенностей вихреобразования в пристеночной зоне; – построение асимптотики фундаментального решения параболических уравнений с малым параметром при старших производных и неотрицательной характеристической формой; – вычисление логарифмического предела решения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ АААА-А21-121011890151-2, 14.01.2021

КОЛЛЕКТИВНЫЙ КВАНТОВЫЙ ТРАНСПОРТ И СВЕТОИНДУЦИРОВАННАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

Современная физика конденсированного состояния является основой современной электроники и передовых технологий. В сочетании с оптикой она представляет собой мощную платформу для современных сверхбыстрых устройств. В то же время фундаментальная физика явлений, лежащих на границе этих двух областей – в твердотельных системах, где наблюдается сильная связь света с веществом, – еще пока не изучена в полном объеме, и потенциально содержит новые эффекты, которые еще предстоит открыть. В контексте физики бозе-фермиевских смесей в проекте рассматриваются новые двумерные материалы: атомарно-тонкие слои дихалькогенидов переходных металлов и графен, которые сочетают в себе множество выдающихся свойств, от сильного оптического отклика до относительной простоты и низкой стоимости изготовления. Эти материалы позволяют создавать гетероструктуры, состоящие из одного или нескольких изолированных слоев, содержащих частицы с различной статистикой. Взаимодействие между двумя

концептуально различными статистиками вносит новый поворот в область поляритоники, предоставляя возможность для наблюдения новых квантовых коллективных фаз, недостижимых в системах другого вида. В представленном проекте рассматривается возникновение сильных оптических нелинейностей и квантовых корреляций, обусловленных эффектами гибридной квантовой статистики в режиме сильной связи света с веществом. Предлагаемые исследования объединяют сверхтекучесть, корреляции, эффекты сверхтекучего увлечения и сверхпроводимость в многослойных системах электронов и поляритонов в микрорезонаторе, включая разработку конкретных геометрий, благоприятных для наблюдения рекордных оптических нелинейностей, коллективного квантового транспорта и светоиндуцированной сверхпроводимости.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

№ 121042200105-0, 05.02.2021

НАНОМЕХАНИЧЕСКИЕ ДЕТЕКТОРЫ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Графен является уникальным материалом для детектирования излучения в терагерцовом диапазоне (ТГц). В проекте впервые используется подвешенный графен в качестве платформы для создания детекторов терагерцового излучения. Важными преимуществами подвешенного графена являются слабое рассеяние носителей заряда, отсутствие неконтролируемого экранирования и возможность внедрения новых полностью механических механизмов детектирования. В первой части проекта исследуется более традиционный подход к детектированию ТГц, в котором поглощенное излучение детектируется путем измерения фотонапряжения/фототока. Планируется исследовать влияние уменьшения диэлектрического экранирования на величину чувствительности и добротности плазменного резонанса детекторов, на основе подвешенного графена. Далее исследуются устройства на основе контролируемо смятого подвешенного графена. Ожидается, что максимумы ТГц поглощения за счет плазмонов в подобной структуре зависят от степени сминания. Это в свою очередь должно позволить расширить диапазон детектирования и добиться спектрально чувствительного детектирования.

Во второй части проекта исследуется новый подход к созданию ТГц болометров на основе графеновых наноэлектромеханических устройств (NEMS). Изменение температуры, вызванное ТГц-поглощением, будет детектироваться путем измерения его влияния на частоту механического резонанса в подвешенном графене. Преимущества таких устройств включают высокую чувствительность, а также возможность простого мультиплексирования сигналов детектора, что позволяет создавать матрицы детекторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121110100024-1, 29.10.2021

УЛЬТРАБЫСТРЫЕ ФОТОДЕТЕКТОРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Целью настоящего проекта является комплексное исследование основных характеристик фото-термоэлектрических детекторов на основе графена на длине волны 1.55 мкм для устройств различной геометрии. Полученные экспериментальные данные позволят определить фундаментальные пределы эффективности фото-термоэлектрических детекторов на основе графена и будут использованы для выработки путей повышения их чувствительности. В результате выполнения данной работы будет разработана программа и методика измерения быстродействия графеновых фотодетекторов с помощью гетеродинной схемы; проведено исследование быстродействия графеновых фотодетекторов с помощью гетеродинной схемы; разработана программа и методика измерения быстродействия графеновых детекторов с помощью детектирования модулированного излучения; проведено исследование быстродействия графеновых детекторов с помощью детектирования модулированного излучения; проведен теоретический анализ и сравнение полученных результатов в рамках существующих теорий и моделей; разработана программа и методика измерения чувствительности и динамического диапазона графеновых фотодетекторов; проведено исследование чувствительности и динамического диапазона графеновых фотодетекторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ 121101800116-4, 12.10.2021

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, СВЯЗАННЫЕ С ЭЛЕКТРОН-ЭЛЕКТРОННЫМИ СТОЛКНОВЕНИЯМИ

Долгое время считалось установленным, что предельная рабочая частота нанотранзисторов в цифровой и аналоговой электронике ограничивается либо резистивно-емкостными задержками, либо обратным временем дрейфа электрона от истока к стоку. Целью данного проекта является выявление ограничений, накладываемых электрон-электронными столкновениями, на высокочастотные характеристики транзисторов с двумерными каналами (двумерные системы на основе соединений AIIIBV и графен). При этом нельзя заранее говорить о негативном влиянии межэлектронных столкновений предельную рабочую частоту – так, некоторые теории и эксперименты показывают усиление проводимости двумерных систем при наличии сильных столкновений. Для достижения поставленной цели будет развита теория высокочастотного транспорта в двумерных системах конечных размеров, учитывающая электрон-электронные и электрон-фононные столкновения, а также эффекты самосогласованного поля (т.е. возможность возбуждения плазмонов). Результаты работы будут важны как для фундаментального понимания

предельных возможностей электроники, так и для выработки новых конструкций высокочастотных транзисторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 121051100311-8, 21.04.2021

ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ФОТОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СТРУКТУРАХ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭТИХ УСТРОЙСТВ

Цель исследования – теоретико-экспериментальные исследования электронных и фотонных процессов в перспективных гетерогенных структурах, предназначенных для полимерных фотопреобразователей, с целью повышения эффективности этих устройств.

Ожидаемые результаты: – Результаты экспериментальных исследований, которые позволят оценить темп переноса электронов и дырок из фотоактивного слоя на контакты - фотокатод и фотоанод, соответственно, с целью увеличения КПД фотопреобразователей. Важным моментом в решении этой задачи является выявление требований к скорости переноса носителей заряда через электронные и дырочные транспортные слои нано-размерной толщины. Новый механизм и новая, более информативная модель транспорта носителей заряда, которые позволят объяснить поведение переходного тока в ряде полимеров, не поддающихся известной процедуре определения подвижности носителей из времяпролетных экспериментов. Будет создана более информативна модель транспорта носителей с би-экспоненциальном распределении ловушек по ширине запрещенной зоны и выполнены численные расчеты кинетики выхода зарядов на тянущий электрод. Этот подход является наиболее эффективным при разработке современных высокоскоростных фотоэлектрических устройств. – Результаты исследования влияния локального порядка на плотность состояний (ПС) в аморфных органических полупроводниках и, тем самым, на подвижность и транспорт носителей заряда в этих материалах. С помощью простых, но реалистичных моделей будет изучено влияние локального упорядочивания на ПС аморфных органических материалов. Особое внимание будет уделено изучению возможности качественного изменения формы ПС под влиянием локального порядка. Результаты теоретического исследования механизма переноса носителей в полимерном слое с областями электронного упорядочения (участки кристалличности в полимере, наноразмерные частицы графена, металла и т.п.) в температурном диапазоне от 40°C до +80, направленные на повышение КПД многослойных полимерных фотопреобразователей. – Результаты исследования вольтамперных характеристик полимерных фотопреобразователей, направленные на повышение величины их тока короткого замыкания при сохранении высокого КПД. Ожидается одновременное увеличение КПД и величины тока короткого замыкания.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ 121081600006-5, 04.08.2021

НОВЫЕ ОДНОМЕРНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕРАГЕРЦОВОЙ ОПТОТЕХНИКИ

Проект направлен на исследование перспектив применения одномерных наноматериалов (нанотрубок из углерода, нитрита бора, дисульфида молибдена и их гетероструктур) в качестве оптических элементов в оптотехнике, в том числе в линиях терагерцовых систем передачи информации.

В процессе выполнения проекта планируется систематическое изучение модификаций поверхности нанотрубок из дихалькогенидов переходных металлов с целью создания Янус структур типа Se-Mo-S, Se-W-S. Янус структура на основе 2D материалов показывают уникальные свойства связанные с отсутствием симметрии в данной структуре. Ожидается изменение свойств в нанотрубках такого типа вследствие влияния кривизны и квантового ограничения.

Целью настоящего проекта является комплексное исследование взаимосвязи структуры одномерных материалов и электродинамических характеристик для определения эффективности их применения в качестве материалов терагерцовой оптики. Для достижения сформулированной цели планируется решить комплекс научно-технических задач, включающий: – оптимизацию режимов роста углеродных и неуглеродных одномерных наноматериалов и одномерных гетероструктур; – разработка и адаптация методов модификации поверхности углеродных и неуглеродных одномерных наноматериалов, в том числе дисульфидных нанотрубок, из уже известных методов используемых в технологиях двумерных материалов; – проведение комплексной терагерцовой диэлектрической спектроскопии с использованием ламп обратной волны, терагерцовых спектрометров с временным разрешением для исследования свойств перечисленных материалов; – разработка элементов терагерцовой оптотехники (линзы, модуляторы, поляризаторы) на основе углеродных и неуглеродных наноматериалов и их модификаций; – осуществление оптического, или электрического, или механического контроля элементов терагерцовой оптотехники на основе одномерных материало и их гетероструктур; – изготовление и экспериментальная апробация элементов оптотехники на основе углеродных и неуглеродных наноматериалов и их модификаций.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 121111100031-6, 10.11.2021

РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАНО- И БИОМАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Задачи: – разработка методик и проведение рентгеновских и синхротронных исследований нано- и биоматериалов на установках класса «Мегасайенс»; – разработка и реализация магистерской программы и программы дополнительного профессионального образования в Университете ИТМО для подготовки и переподготовки специалистов-исследователей в области использования источников синхротронного излучения; – развитие сетевой инфраструктуры InfraFEL.

Планируемые результаты. В научной части будут разработаны методики исследования различных функциональных материалов с применением синхротронного излучения. Будут получены новые научные знания в области

«закрученного» света, сверхбыстрого перемагничивания в ферромагнетиках, кинетики образования супрамолекулярных структур, изучены такие классы функциональных материалов, как макромолекулярные композиты на основе графена, галогенидные перовскиты, наноструктурированные материалы для фотокатализа. В образовательной части будет налажена система подготовки специалистов для работы на источниках синхротронного излучения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ 121092200030-0, 15.09.2021

СЛОИСТЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК РАЗЛИЧНОЙ ТОПОЛОГИИ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ НАНОУСТРОЙСТВ

Целью проекта является установление методами in silico способов топологического управления электрофизическими, электродинамическими и механическими свойствами, а также выявление новых, уникальных свойств композитных слоистых наноматериалов на базе монослоев и чешуек графена в сочетании с различными сетками из однослойных углеродных нанотрубок для последующего применения в электронных устройствах. В рамках реализации проекта будут решены следующие оригинальные задачи: – построение полноатомных моделей композитных слоистых наноматериалов на основе различных сочетаний графеновых модификаций и углеродных нанотрубок с учетом данных современных экспериментов по синтезу графен-нанотрубных композитов. Выявление энергетически устойчивых топологических конфигураций, характеризующихся отрицательной энтальпией формирования соединения; исследование деформационного поведения и механических свойств слоистых графен-нанотрубных композитных материалов при растяжении, сжатии, изгибе вдоль различных направлений. Установление закономерностей влияния топологии на упругие и прочностные характеристики исследуемого слоистого композитного материала; – установление закономерностей влияния структурных параметров, а также условий проведения реального физического эксперимента на электрофизические и электродинамические параметры слоистых графен-нанотрубных композитных материалов: омическое сопротивление, электрическая проводимость, динамическая электрическая проводимость, диэлектрическая проницаемость, коэффициенты пропускания и поглощения электромагнитных волн.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

№ 121040800134-0, 06.04.2021

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПЛАЗМОННЫХ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА ДЛЯ СЕЛЕКТИВНЫХ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Проект направлен на создание новых каталитических материалов, активных в селективном превращении органических молекул под действием видимого света при комнатной температуре и атмосферном давлении. Актуальной проблемой сегодня является разработка наиболее эффективных способов переработки сырья (в том числе возобновляемого), а также использования минимального количества энергии (энергосберегающие подходы) для реализации химических процессов. В настоящей работе предполагается решение этой проблемы за счёт дизайна фотокаталитических композиций на основе плазмонных наночастиц серебра, свойства которых предполагается варьировать в том числе за счёт силы взаимодействия с полупроводником (CeO_2, для которого характерно явление сильного взаимодействия металл-носитель), а также производных графена для эффективного перераспределения зарядов. Задача – организация в системе плазмонный металл/полупроводник/проводящий материал электронных переходов при возбуждении видимым светом, обеспечивающих скорость протекания реакции при активации нитроарена и восстановителя. В качестве модельной реакции будет использована реакция восстановления нитроароматических соединений в соответствующие аминоарены.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121051300210-2, 14.04.2021

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ С ГРАФЕНОМ

Работа представляет собой написание обзорной статьи. В обзоре будут изложены результаты экспериментальных исследований, компьютерного и теоретического моделирования механических свойств таких композитов. При этом первостепенное внимание в обзоре будет уделено механизмам упрочнения композитов и результатам моделирования процессов их пластической деформации и прочностных свойств. В обзоре будут рассмотрены как эпитаксиальные (в частности, слоистые), так и объемные композиты «металл/графен». Будет детально рассмотрено влияние структуры таких композитов (размеров графеновых пластин, их ориентации, размеров зерен или толщин слоев металлической матрицы), характеристик границ раздела (в частности, их энергии) и наличия прослоек между металлической матрицей и графеном (например, прослойки оксида алюминия в композитах Al/графен) на механические свойства композитов «металл/графен». Будут рассмотрены процессы распространения трещин в таких композитах. Будут обсуждаться различные механизмы пластической деформации таких композитов (движение дислокаций, межзеренное проскальзывание) и их влияние на прочность и пластичность композитов. Будут рассмотрены различные механизмы упрочнения композитов (перенос нагрузки на графеновые пластины, термические напряжения, образование геометрически необходимых дислокаций возле пластин графена, упрочнение, связанное с огибанием дислокациями пластин графена внутри зерен, накопление дислокаций на пластинах графена в процессе пластической деформации и т.д.) и вклад этих механизмов в напряжение течения и прочность металломатричных композитов с графеном. В заключении будут изложены выводы и кратко

освещены нерешенные вопросы и перспективы дальнейших исследований.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121081800062-9, 28.07.2021

СУБПИКОСЕКУНДНАЯ КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОНОВ В ГРАФЕНЕ В ОПТИЧЕСКИХ И ТЕРАГЕРЦОВЫХ ПОЛЯХ

Данный проект направлен на теоретическое исследование динамики электронов в графене в мощных лазерных и терагерцовых полях субпикосекундной длительности, главным образом направленное на изучение процессов резонансного и нерезонансного рождения носителей, их рассеяния и термализации.

Планируется проведение теоретических исследований по двум основным направлениям:

– неравновесная кинетика электронов в графене в поле лазерного/ТГц импульса: рождение электронно-дырочных пар, модели эволюции анизотропной функции распределения, спонтанная оптическая эмиссия; – оптические свойства гидрогенизированного графена (графана): линейная восприимчивость в ИК-диапазоне, свойства поверхностных плазмонов, оценка перспективности материала в задачах нелинейной оптики.

Предполагается, что новые теоретические результаты в этих направлениях позволят объяснить результаты ряда экспериментов по взаимодействию графена с фемтосекундным лазерным и терагерцовым излучением, а также систематизировать представления о неравновесной кинетике электронов в графене на субпикосекундных временных масштабах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 121042600230-5, 26.04.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И МЕТАЛЛА

Планируется проведение исследований методом молекулярной динамики с использованием проверенных потенциалов межатомного взаимодействия механических и физических свойств композитных материалов на основе графена и металлических структурных единиц (наночастиц/нанослоев) с варьируемой структурой. Будут использованы разработанные ранее авторами работы собственные коды для различных задач, в том числе построения исходных структур композитов различной морфологии. Планируется построение кривых нагружение-разгрузка за пределами упругости для различных наноструктур и установление механизмов малых пластических деформаций.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121061100029-1, 07.06.2021

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАСШИФРОВКЕ СТРОЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОКСИДА ГРАФЕНА

Несмотря на успешно продемонстрированные возможности оксида графена для решения прикладных задач, до сих пор остается нерешенной фундаментальная проблема касательно тонкой химической структуры ОГ. В частности, имеются неразрешимые противоречия между наиболее популярной и общепризнанной на сегодняшний день структурной моделью Лерфа-Клиновски (ЛК) с одной стороны, и реальным химическим поведением ОГ с другой.

Руководитель проекта А. Димиев в своих более ранних исследованиях показал, что структура ОГ не является статической, как это принято считать; функциональные группы легко превращаются друг в друга. Эти выводы как нельзя лучше объясняют экспериментальные результаты, регистрируемые при взаимодействии ОГ с катионами металлов в водных средах.

Однако, несмотря на всю очевидность, это объяснение до сих пор является всего лишь гипотезой. Доказать наличие таких вакансий или разрывов С-С связей возможно только при непосредственной визуализации методом просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения, что и планируется осуществить в рамках данного проекта. При успешном осуществлении проекта, полученная доказательная база произведет революцию в области ОГ. Это позволит не просто предложить новую структурную модель ОГ, но перевернет все имеющиеся сегодня взгляды на структуру и химию этого удивительного материала.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121042200098-5, 14.04.2021

СПИНОВЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ ЭФФЕКТЫ В РЕЛЯТИВИСТСКИХ КВАНТОВЫХ СРЕДАХ

В последнее время значительное внимание уделяется динамике спиновых степеней свободы и транспортным явлениям в релятивистских квантовых системах. Соответствующие явления значительно влияют на поведение широкого класса систем от кварк-глюонной плазмы (КГП), производимой в экспериментах по соударению тяжёлых ионов, и среды в ранней вселенной до графена и Вейлевских/Дираковских полуметаллов, где квазичастицы имеют ультрарелятивистский спектр.

В данном проекте предлагается систематически изучить динамику спиновых степеней свободы в таких системах, их поляризацию во внешних полях и при вращении, а также феноменологию этих процессов для физики тяжёлых ионов и систем твёрдого тела. Особое внимание будет уделяться тому, как микроскопическое (квантовое) взаимодействие между спиновым и орбитальным угловыми моментами приводит к макроскопическим эффектам.

В этом проекте мы предлагаем продолжить работу над развитием соответствующих общих методов с широким спектром приложений. В частности, мы предлагаем построить функции Вигнера и статистические операторы для массивных и безмассовых полей разных спинов, что позволит описывать эффекты поляризации в разных фазах ядерной

материи. Особое внимание будет уделяться задаче о новых транспортных явлениях квантовой природы.

Кроме поляризации спинов и целого семейства аномальных явлений переноса, существует задача о взаимодействии энергичных частиц со средой. Так, мы планируем изучить эффекты движения среды на взаимодействие адронных струй с ядерной материей, что позволит приблизиться к концепции «томографии адронными струями» – многообещающего подхода к изучению эволюции ядерной материи в экспериментах по соударению тяжёлых ионов.

Мы также изучим эффект взаимодействия спиновых степеней свободы с ускорением среды, что может значительно влиять на динамику КГП. В настоящее время не существует полноценного описания взаимодействия ускорения и спиновой поляризации в терминах квантовой теории поля (КТП). В этом проекте мы продолжим развивать соответствующие теоретические методы с приложением к феноменологии тяжёлых ионов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ А.И. АЛИХАНОВА НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ 121061000167-1, 26.05.2021

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЗОНАНСОВ В ТЕРАГЕРЦОВЫХ ДЕТЕКТОРАХ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Детектирование излучения терагерцового диапазона является одной из ключевых задач для внедрения WiFi-систем поколения 6G и более новых. В данном приложении возможно использование излучения с частотами до 0.3 ТГц, которое слабо поглощается атмосферой. Излучение с частотами в единицы ТГц находит приложения в медицинской диагностике, например, для обнаружения заболеваний кожи на ранних стадиях. Наконец, одним из важных применений ТГц излучения является дефектоскопия и обнаружение скрытых дефектов в изделиях из металла, резины и пластика, а также скрытых слоев в интегральных микросхемах.

В результате данного проекта планируется выяснить, возможно ли повышение чувствительности современных полупроводниковых детекторов ТГц излучения при комбинировании электромагнитных резонансов различной природы – антенных, плазмонных и фонон-поляритонных Совершенно недавно был представлен детектор среднего ИК диапазона (длина волны 5-7 мкм) на основе комбинации антенного и ФП резонансов, обеспечивающий эквивалентную мощность шума до 80 пВт/Гц1/2 при комнатной температуре и время отклика ~20 пс. Можно ожидать, что фундаментальные ограничения добротности и сечения поглощения для антенн, использующих антенно-плазмонные и антенно-фононные резонансы, будут схожими. Связывание фононного резонатора с антенной приведет к радиационному затуханию фононов и ограничению добротности резонанса. В рамках проекта вопрос о взаимодействии антенных, плазмонных и фононных резонансов будет исследован количественно. Будет выяснены законы изменения собственной частоты и добротности при гибридизации резонансов. Наконец, будут установлены фундаментальные пределы обнаружительной способности и эквивалентной мощности шума детекторов ТГц излучения на основе двумерных систем, использующих комбинированные антенно-плазмонные и антенно-фононные резонансы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 121120100149-0, 29.11.2021

ДИСКРЕТНЫЕ И КОНТИНУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ АНОМАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ЭНЕРГИИ В КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы описания аномального переноса энергии в кристаллических материалах на микро- и наноуровне. Экспериментальные исследования последних лет показывают, что в данных материалах реализуется баллистический (недиффузионный) характер переноса энергии. Данный факт открывает широкие перспективы практического использования низкодефектных кристаллических материалов, в частности, при решении проблемы отвода тепла. В такой ситуации чрезвычайно актуальной является задача разработки математических моделей для описания процессов переноса энергии в кристаллических материалах на макро- и микроуровне. Авторами проекта предлагается оригинальный подход, позволяющий получать и аналитически решать макроскопические уравнения нестационарного переноса энергии исходя из уравнений динамики решетки для бездефектных кристаллов в гармоническом приближении. Для учета влияния нелинейности и низкой концентрации дефектов на перенос энергии будет применяться компьютерное моделирование методом динамики частиц с использованием многопроцессорных вычислительных систем. Разработанные аналитические и численные методы будут применяться для описания подвода и распространения энергии в одномерных (карбин, нанотрубки, нанопроволоки, нановискеры) и двумерных (силицен, графен, дисульфид молибдена, нитрид бора, дисульфид платины) кристаллических материалах. Исследования будут проводиться в тесном сотрудничестве с коллективом из технического университета Берлина, с которым у исполнителей имеются давние научные связи. Разрабатываемые российский стороной дискретные и континуальные модели и результаты расчетов на их основе будут использоваться немецкой стороной для корректной постановки экспериментов по аномальному переносу энергии в кристаллических материалах на микро- и наноуровне. Результаты теоретических и экспериментальных исследований позволят выработать новые подходы к решению проблемы отвода тепла на микро- (например, в микроэлектромеханических системах) и макроуровне (например, в суперкомпьютерах).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122081200107-2, 20.11.2021

НАНОПУЗЫРЬКИ В ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ СУБМИКРОННЫХ ПОРЦИЙ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Поверхностная адсорбция молекул – повсеместное явление, критически важное для биологических процессов, катализа, технологических процессов нанолитографии и фундаментальных исследований физики поверхности твердого тела.

Перспективной системой для изучения вещества в условия субмикронного объема (от 1 мкм до 1 нм) являются Ван-дер-Ваальсовы (ВДВ) гетероструктуры, где атомарно тонкие слои двумерных материалов – графена, гексагонального нитрида бора (hBN) и дихалькогенидов переходных металлов (ДПМ) – удерживаются вместе лишь слабым ван-дер-ваальсовым взаимодействием. В рамках данного проекта планируется провести теоретическое исследование фазовых переходов в графеновых нанопузырьках. Проект будет состоять из двух частей: молекулярно-динамическое моделирование и построение континуальной модели.

Молекулярно-динамическое (МД) моделирование будет проведено для графеновых пузырьков с радиусами в диапазоне от 1 до 50 нм. Такой диапазон радиусов соответствует достаточно высоким давлениям до 1 ГПа (чем меньше радиус пузырька, тем больше давление внутри). Поэтому, в этом интервале радиусов планируется исследовать фазовый переход твердое тело -- жидкость. В качестве материала подложки будут рассмотрены графен, бромнитрид и MoS_2. Будут исследованы графеновые пузырьки с водородом, метаном, этаном и водой. Метан и этан выбраны, так как углеводороды чаще всего являются захваченным веществом во время процесса создания Ван-дер-Ваальсовых гетероструктур. Заданные температуры в МД моделировании будут лежать в интервале от 0 до 1000 К. Фазовый переход будет фиксироваться по изменению атомистической структуры и вычислению парно-корреляционной функции вещества внутри пузырька. Будет исследована зависимость формы пузырька, распределения напряжений и деформаций от фазового состояния и типа вещества внутри пузырька. Планируется вычислить кривые плавления для водородов, метана, этана в конфайнменте графеного нанопузырька и исследовать влияния конфайнманта на них.

Континуальное моделирование будет применено для исследования пузырьков в диапазоне радиусов от 50 нм до 1000 нм. В силу ограничений вычислительной техники этот диапазон радиусов не доступен для прямого МД моделирования. В этом диапазоне планируется исследовать фазовый переход жидкость -- газ. В континуальную модель будут включены: теория упругости мембран, уравнение состояния вещества внутри пузырька, взаимодействие между субстратом и двумерным кристаллом. Упругие модули, энергия адгезии, уравнение состояния вещества будут получены из атомистического моделирования. Разработанная континуальная модель будет верифицирована и «сшита» с прямым молекулярно-динамическим моделированием для графеновых пузырьков радиусов меньше 50 нм. Континуальная модель позволит определить зависимость формы пузырька от состояния вещества внутри, учесть влияние фазового перехода на распределения напряжений и деформаций во внешней оболочке пузырька. Это может быть использовано в атомно-силовой микроскопии, когда внешняя форма пузырька известна, но нет информации о типе/состоянии вещества внутри.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СКОЛКОВСКИЙ ИНСТИТУТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

№ 122032200250-7, 18.03.2022

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МИКРО- НАНОПЛАСТИНОК, ПЛЕНОК С УЧЕТОМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЭФФЕКТОВ

Актуальность решения обозначенной проблемы определяется многочисленными видами применения микро- и нанопластинок, пленок, проволок, трубок, среди которых можно указать их использование в качестве мега- и гигогерцовых резонаторов, детекторов и сенсоров в химии, биологии и т.д. Важным является изучение их эксплуатационных характеристик, в частности, статическое и динамическое поведение под действием приложенных нагрузок и с учетом поверхностных эффектов.

Научная новизна состоит в том, что статика и колебания микро - нанопластинок, пленок будут исследоваться с учетом взаимодействия среднего избыточного давления и разности площадей выпуклой и вогнутой поверхностей и присоединенной массы контактирующей среды на колебания. Поскольку для рассматриваемых резонаторов характерно большое отношение поверхности к объему, то поверхностные эффекты играют заметную роль в их статике и динамике. Эти эффекты проявляются как правило обратно пропорционально толщине пленки и диаметру проволоки (для многих материалов начинают проявляться при 10 микрометрах). Учет этих эффектов важен в частности при определении эксплуатационных характеристик указанных выше объектов. Однако до сих пор не учитывалось взаимодействие кривизны срединной поверхности пластинки и осевой линии проволоки и среднего давления на их поверхностях. Важно изучить взаимодействие поверхностных эффектов разной природы.

Будет изучено влияние среднего избыточного давления и разности площадей выпуклой и вогнутой поверхностей на цилиндрический статический изгиб и колебания микро-нанопластинок, пленок, однослойного графена. Будут определены эффективные параметры указанных объектов по собственным частотам изгибных колебаний, в том числе с присоединенными равномерно распределенными и сосредоточенными массами для различных граничных условий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ УФИМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122101100031-6, 28.09.2022

ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ СТРУКТУРЫ ГРАФЕН/SIC НА АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ ГРАФЕНА

Настоящая работа направлена на исследование влияния различных параметров структур графен/SiC на адсорбционные свойства верхнего графенового слоя. К данным параметрам относятся: морфология поверхности структур графен/SiC, структурное совершенство и толщина пленки графена, а также структура буферного слоя между подложкой SiC и графеном. Структуры графен/SiC будут выращены методом сублимации

поверхности монокристаллического SiC. Структурное совершенство пленок будет исследовано методами рамановской спектроскопии (КРС) и атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Планируется разработка теоретической модели адсорбции многоатомных органических молекул на эпитаксиальном графене, сформированном на широкозонном полупроводнике, и аналитических схем определения его электронного спектра и электропроводности. Предполагается выяснить влияние неоднородностей графена, вызванных структурными несовершенствами подложки, на его электронные и адсорбционные характеристики.

Изменение морфологии поверхности структур графен/SiC, а также их однородность и кристаллическое совершенство, планируется за счет варьирования технологических параметров роста, а также за счет использования в ростовом процессе подложек с различным углом разориентации ростовой грани (0001). На основе структур графен/SiC с различными характеристиками будут изготовлены сенсоры, представляющие собой полоску графена на подложке SiC с двумя омическими контактами по краям. Формирование сенсоров будет происходить при помощи процесса фотолитографии. Структура сенсора позволяет исследовать адсорбционные свойства графена как с помощью структурных методов исследования (АСМ и КРС), так и с помощью электрических методов исследования. Совокупность различных методов исследования позволит в полном объеме исследовать адсорбционные свойства графена и сопоставить экспериментальные данные с разработанной теоретической моделью.

В качестве адсорбата будут использоваться специальные растворы, содержащие биологические молекулы различной концентрации. Основным биологическим объектом исследования выбраны белки, играющие существенную роль в развитии болезни Альцгеймера. Как клиническая модель данная патология выбрана с учетом ее высокой медицинской и социальной значимости, определяемой как широким распространением в популяции человека, так и огромным негативным влиянием, оказываемым на качество жизни больных. При этом, в патогенезе болезни Альцгеймера одно из ключевых мест отводится β-амилоиду и τ-протеину. Исходя из этих позиций разработка высокоэффективного метода определения этих белков в биологических жидкостях и тканях определяет актуальность предлагаемых исследований.

Сравнение чувствительности биосенсоров, изготовленных на основе структур графен/SiC с различными характеристиками, позволит выявить основные параметры, влияющие на адсорбционные свойства графена, получаемого методом сублимации. В заключении проекта будет сделан вывод о преимуществах определенных структурных параметров, позволяющих повысить эффективность адсорбции графеновых биосенсоров, что приводит к их более высокой чувствительности. Данные результаты в целом определяют научную новизну подаваемого проекта.

В целом, работа служит заделом для перспективных разработок приборов электроники нового поколения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122040800153-0, 10.06.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ УНМ ДЛЯ СОВМЕЩЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ МИКРОЭЛЕКТРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основной целью предлагаемого проекта является исследование физико-химических свойств компонентов многослойных структур на основе УНМ и функциональных тонкопленочных селенидсодержащих материалов. Исследование возможности создания прототипа функциональных элементов на основе тонкопленочных структур УНМ или на основе селенида железа.

Получение и исследование химико-физических свойств многослойных пленок содержащих селенидожелезных материалов в рамках данной работы, направленное на решение проблемы повышения и стабилизации температуры сверхпроводящего перехода и исследования оптических свойств в тонких пленках селенида железа имеет актуальность и значимость для фундаментальных и прикладных исследований.

Описание задач, предлагаемых к решению: – анализ физико-химических свойств компонентов многослойных структур на основе УНМ для совмещения с технологическими процессами микроэлектронного производства; – эксп ериментальные исследования оптимальных условий синтеза углеродных наноматериалов и функциональных тонкопленочных структур; – экспериментальные исследования физико-химических свойств полученных образцов углеродных наноматериалов и функциональных тонкопленочных структур.

Предполагаемые результаты: – будут разработаны технологические процессы синтеза и изготовления тестовых углеродных наноматериалов и функциональных тонкопленочных структур; – будут проведены экспериментальные исследования физико-химических свойств углеродных наноматериалов и функциональных тонкопленочных структур; – планируется проанализировать возможности практического применения экспериментально полученных результатов для создания прототипа функциональных элементов на основе тонкопленочных структур УНМ.

Возможная практическая значимость: – новые разработанные методики исследований структурных и морфологическихсвойствУНМ,позволятполучатьболееточное описание физических свойств УНМ; – новый разработанный технологический процесс откроет возможности оптимизации процесса изготовления углеродных наноматериалов а также функциональных тонкопленочных материалов; – создание прототипов функциональных элементов с более высокими характеристиками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122091600034-6, 13.09.2022

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ И УСИЛЕНИЕ ТЕРАГЕРЦЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ГРАФЕНЕ С ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Проект посвящен разработке теории усиления терагерцевого (ТГц) излучения и преобразования его

поляризации в структурах на основе графена с постоянным током, направленным произвольно относительно направления волнового вектора ТГц электромагнитной волны. Особенности графена, такие как нулевая ширина запрещенной зоны и линейный энергетический спектр вблизи точки Дирака, позволяют использовать плазмонные свойства графеновых структур на ТГц частотах при комнатной температуре. Использование плазмонов в графене позволяет эффективно управлять светом в субмикронных масштабах. Это свидетельствует о потенциальной компактности элементов плазмонных терагерцевых устройств. Графен будет описываться проводимостью, полученной в рамках гидродинамического приближения в тензорном виде. Постоянный ток в графене позволяет изменять характер гидродинамической проводимости графена с индуктивного на емкостной в ТГц диапазоне частот, что приводит к возможности возбуждения как продольных (плазмоны), так и поперечных поверхностных волн. В рамках проекта будут исследованы дисперсионные характеристики, а также возможность усиления поверхностных продольных и поперечных электромагнитных волн в графене с дрейфом носителей заряда в произвольном направлении относительно направления волнового вектора поверхностной волны. Будет исследована возможность преобразования поляризации ТГц излучения, которое вызвано анизотропией гидродинамической проводимости графена с постоянным током. Результаты исследований могут быть использованы для создания компактных источников и усилителей когерентного ТГц излучения, а также фильтров и преобразователей поляризации ТГц излучения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122082300069-9, 23.08.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ И ТРАНСПОРТА ЭНЕРГИИ НА ДЕФЕКТАХ В ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ТИПА «ГРАФЕН»

Цель проекта – изучение динамики движения различных дефектов, анализ способов накопления и переноса энергии на дефектах кристаллической структуры. Помимо транспорта внутренней энергии кристалла, дефекты решетки могут быть использованы для накопления и переноса атомов/молекул других элементов. Для решения поставленных задач будет использован метод молекулярной динамики, позволяющий прогнозировать существование устойчивых состояний, а также помогающий детально исследовать структуру и свойства наноматериалов на атомарном уровне. В качестве объектов исследования выбраны новые двумерные материалы, имеющие гексагональную решетку – графен, силицен с ковалентными связями и станен на основе атомов олова, что позволит выявить материал наиболее эффективный именно с точки зрения накопления энергии. Выполнение данного проекта позволит сформировать детальные знания о динамике дефектной структуры графена и других двумерных материалов при различных внешних воздействиях, повышенных температурах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122041800103-2, 16.04.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ АКУСТОЭЛЕКТРОННЫМИ МЕТОДАМИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДАТЧИКА МОНООКСИДА И ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

В связи с повсеместной индустриализацией и ростом больших городов-мегаполисов возрастает необходимость мониторинга степени загрязнения окружающей среды. В первую очередь это относится к выбросам углекислого и угарного газов, т.к. в городских условиях основным источником таких загрязнений является автотранспорт. Для улучшения экологической обстановки, а также в рамках ресурсосберегающих технологий экономически выгодной стратегией становится улавливание и повторное использование CO_2 и CO, когда они выборочно удаляются из смешанных газовых потоков и технологических выбросов. Значительный интерес применительно к решению задач газоочистки в последнее время вызывают такие нетрадиционные углеродные адсорбенты, как молекулярно-ситовые активные углеродные материалы, активированные углеродные волокна, а также графен и его соединения. Экспериментальное исследование сорбционных свойств новых углеродных материалов на основе графена и его соединений является в настоящее время весьма актуальной задачей. В проекте предполагается исследование адсорбционных свойств модифицированных пленок графена и его соединений на основе использования современных акустоэлектронных технологий. Газочувствительные сенсорные гибридные пленочные покрытия для исследования адсорбционных свойств будут сформированы с помощью технологии Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ) и сенсибилизированы с помощью допирования оксидными и металлическими наноматериалами. Также на основе разработанных сенсорных покрытий и акустоэлектронных технологий будет создан макет акустоэлектронного датчика монооксида и диоксида углерода.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122030300104-8, 02.03.2022

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ С ГРАДИЕНТОМ СОСТАВА И СВОЙСТВ, СОЗДАВАЕМЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Настоящий проект направлен на решение научной проблемы, заключающейся в разработке подхода к созданию управляемого градиента распределения функциональных нанонаполнителей разной природы и размера частиц в полимере под действием магнитного поля. Предлагаемый в проекте подход включает в себя нековалентное связывание наночастиц магнетита с частицами функционального наполнителя с целью направленного перемещения образованного гибридного наполнителя в полимерной матрице под действием магнитного поля и создания таким образом градиентного распределения в объеме образца. Одним из способов такого связывания может быть взаимодействие наночастиц оксида железа с двумерным объектом типа оксида графена или объединение наночастиц

молекулами полиэлектролита благодаря электростатическому взаимодействию компонентов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122032900065-0, 29.03.2022

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СКЭФФОЛДОВ С МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Исследование новых способов получения гибридных биодеградируемых скэффолдов на основе поли-L-лактида (ПЛЛА), модифицированного композитными наночастицами магнетита, функционализированного восстановленным оксидом графена (Fe_3O_4/rGO) (или оксидом графена, Fe_3O_4/GO), для контроля поляризации и поверхностного заряда композитов. Исследование различных способов контроля фазового и химического состава, микроструктуры и пористости скэффолдов на субмикро- и мезоуровнях. Исследование физико-механических характеристик (модуль Юнга, прочность на растяжение) гибридных пьезополимерных скэффолдов в зависимости от содержания магнитной фазы Fe_3O_4/rGO или Fe_3O_4/GO. Исследование механизмов адгезии, пролиферативной активности и остеобластической дифференцировки клеток в модельных исследованиях in vitro при варьировании параметров внешнего магнитного поля. Оптимизация свойств скэффолдов, включая структуру, концентрацию и тип магнитного наполнителя, а также параметров внешнего магнитного поля для улучшения адгезионных, пролиферативных свойств и способности к дифференцировке клеток in vitro. Оценка выраженности остеоинтеграции и остеокондуктивных характеристик гибридных скэффолдов в модельных исследованиях in vivo с использованием мелких лабораторных животных при воздействии внешнего магнитного поля. Оценка результатов модельных исследований in vivo с помощью лабораторных тестов: томография области имплантации, рентгенологическая денситометрия, исследование гистологических срезов, биомеханическое исследование выраженности остеоинтеграции, включая исследования с использованием методов компьютерной томографии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122012500121-9, 21.01.2022

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГИБРИДНЫХ СТРУКТУР, В ТОМ ЧИСЛЕ ПОЛИСОПРЯЖЕННЫХ СИСТЕМ, НАНОСТРУКТУР, КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И СИСТЕМ ПОНИЖЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ

В настоящее время одной из важных научных проблем при изучении новых углеродных материалов является исследование физико-химических свойств новых квазидвумерных гетероструктур на основе бислойного графена, слоистых BN/графен, графен/фуллеренов. Хотя эти материалы представляют значительный интерес как с общефизической, так и с прикладной точек зрения, их свойства изучены далеко не полностью. Поэтому проведение моделирования атомной структуры, предсказание формирования и стабильности, механических, электронных и оптических свойств таких гетероструктур с помощью современных квантово-химических методов представляется в высшей степени актуальным. Что касается нанодисперсных металло-углеродных композитов, то такие материалы весьма перспективны для создания электродов суперконденсаторов, использующихся в электротехнических приложениях, в т. ч. в составе гибридных накопителей энергии, в качестве радиоэкранирующих покрытий, радиопоглощающих материалов и новых материалов в элементах антенно-фидерных трактов сверхширокополосных систем. В России и за рубежом подобные материалы выпускаются рядом известных компаний и исследовательских центров. Однако, разрабатываемые в них материалы предназначены для поглощения электромагнитного излучения только высокочастотного диапазона. Отличительной особенностью создаваемых в рамках данного проекта материалов адаптивность (перестройка) их частотных характеристик, в том числе, в низкочастотном диапазоне. Одной из интересных теоретических задач проекта является изучение свойств новых магнитных соединений (в том числе магнитных молекул) с конкурирующими обменными взаимодействиями. Эти соединения обладают рядом необычных свойств, которые могут быть использованы при создании элементов памяти в квантовых компьютерах, в спинтронике и т. д. Однако физические процессы, приводящие к необычным магнитным свойствам таких соединений, детально не установлены в настоящее время, и это является задачей проекта. Целью настоящего проекта является разработка научных основ создания материалов с заданными электрофизическими свойствами. Будут проведены фундаментальные экспериментальные и теоретические исследования электрофизических и механических свойств органических материалов, полимеров, композитов и систем пониженной размерности. Значительное внимание будет уделено прикладным разработкам. Будет продолжено теоретическое исследование новых углеродных материалов на основе графена, в частности, би-графенов и слоистых структур и проведено моделирование этих структур в качестве элементов наноустройств для опто- и наноэлектроники. Будут разработаны научные подходы к созданию класса композиционных материалов, содержащих нано- или микрокластеры суперпарамагнитных частиц, которые могут быть использованы как электроды в накопителях энергии или как наполнители материалов радиотехнического назначения, в т. ч. обладающих радиопоглощающими свойствами. Важное место в работе над проектом будут занимать теоретические расчеты электронных, магнитных и механических свойств новых органических композиционных материалов, полимеров и наноструктур, полимеров и биополимеров. Как правило, физические модели, описывающие эти соединения, довольно сложны и для их изучения предполагается развить новые эффективные аналитические и численные методы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122090900068-1, 08.09.2022

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛО

Стремительное развитие технологий солнечной энергетики и нанотехнологий значительно расширило возможности использования солнечных энергетических систем, чем актуализировало данное направление не только в государствах, расположенных на территориях с большой активностью солнца, но и по всему миру, в том числе и в России. В настоящее время наблюдается глобальный прирост доли солнечной энергетики в странах Европы, США и Китае. В России на данный момент завершился первый этап программы развития возобновляемой энергетики, утверждённой Министерством Энергетики РФ. На данном этапе уже запущены первые солнечные электростанции, доля солнечной генерации которых составляет порядка 30% от целевого значения. Согласно утверждённым Министерством Энергетики перспективам развития отрасли возобновляемая энергетика будет укреплять свои позиции, и солнечная энергетика в России продолжит развиваться. Солнечные энергетические системы обладают рядом существенных преимуществ перед традиционными источниками энергии, однако их недостатком является низкий кпд генерации. Увеличить производительность такой системы можно за счёт улучшения теплофизических свойств теплоносителя. Большинство традиционных теплоносителей в чистом виде не обладают хорошими абсорбционными и теплообменными свойствами. Теплофизические и оптические свойства теплоносителей, используемых для преобразования солнечной энергии в тепло, можно значительно изменить путём добавления в них наночастиц, повысив тем самым производительность всей системы. Использование для этих целей углеродных наночастиц позволяет существенно повысить эффективность фототермического преобразования, так как они являются чёрными в отличие от традиционных прозрачных теплоносителей и обладают максимальным коэффициентом поглощения солнечного света. Проект направлен на получение и исследование теплофизических и оптических свойств устойчивых наножидкостей, которые можно будет использовать в качестве эффективных теплоносителей для высокоэффективного преобразования солнечной энергии в тепло в тепловых солнечных системах. Данное исследование включает в себя все этапы создания теплоносителя на основе наножидкости: электродуговой синтез наночастиц графена, многостенных углеродных нанотруб и углеродных сажевых глобул, их полную характеризацию; получение устойчивых наножидкостей с различными концентрациями наночастиц и жидких теплоносителей (вода, этиленгликоль), совместное исследование теплофизических (теплопроводность, вязкость, реологические параметры) и оптических свойств полученных наножидкостей. Будет исследовано влияние размерных и структурных параметров наночастиц на коэффициент поглощения наножидкостей, влияние размера и концентрации наночастиц на теплофизические характеристики жидкого теплоносителя. Полученные данные позволят оптимизировать состав теплоносителей для высокоэффективного преобразования солнечной энергии в тепло.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122080500011-2, 01.03.2022

ГРАФЕНОВЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЕ СТАБИЛЬНЫМИ РАДИКАЛЬНЫМИ ГРУППАМИ

Графен – двумерный кристалл, демонстрирующий уникальный набор оптических, электрических и механических свойств (Rev. Mod. Phys. 2009б 81, 109). В последнее время интерес вызывает магнетизм графена, связанный с ферромагнитным состоянием его зигзагообразных краев (Nanotechnology, 2010, 21, 302001; Review of Modern Physics 2016, 88, 025005). Исследователи сходятся во мнении, что реализация процессов когерентного манипулирования краевыми (edge state) спинами графена может стать важной вехой на пути создания рабочих устройств спинтроники и квантовых компьютеров (Nature Materials 2012, 11, 409; Nature Physics 2007, 3, 192). Однако, есть серьезная проблема, препятствующая практической реализации этих идей. Она связана с тем, что каждый раз исследуемые наноуглероды представляют собой единичные объекты, отличающиеся формой краев и длиной магнитно-активных зигзагообразных фрагментов, которые, к тому же, еще и химически крайне нестабильны (Physical Review B, 2011, 83, 045414; Nano Letters 2006, 6, 2748). Решение состоит в разработке направленного синтеза устойчивых молекулярных графеновых наноуглеродных структур, несущих стабильные радикальные группировки. Подобных работ, выполненных на стыке двух направлений: химии и физики органических высокоспиновых систем и наноуглеродных материалов в литературе нет. По данной теме имеется единственная работа, выполненная при непосредственном участии автора проекта, которая была принята к печати незадолго до его написания (M. Slota, A. Keerthi, W. K. Myers, E. Tretyakov, M. Baumgarten, A. Ardavan, H. Sadeghi, C. J. Lambert, A. Narita, K. Müllen, L. Bogani, Nature, 2017, accepted). В работе описан первый пример получения спин-меченого графенового наноуглерода с атомарной и магнитной точностью по технологии “снизу-вверх”. Синтезированный магнитно-активный графен стабилен при обычных условиях, и, в тоже время, содержит два ансамбля спиновых систем: краевые делокализованные спины собственно нанографена и локализованные спины радикальных группировок. С использованием времяразрешенного ЭПР было показано, что в полученном соединении время спиновой релаксации составляет 1.1 мкс при 85 K и 0.55 мкс при 300 K. Поскольку наблюдаемые времена инверсии краевых спинов оказались значительно короче, ~300 нс, то это позволило впервые реализовать в графене когерентные манипуляции состоянием спинов разных носителей. Результат выдающийся, но очевидно требующий проведения систематического исследования, нацеленного на выявление магнитно-структурных корреляций широкого ряда спин-меченых графеновых наноуглеродов с последующей оптимизацией их структуры. С этой целью задуман настоящий проект; предполагается создать область молекулярного дизайна графеновых магнетиков с выходом в перспективе на материалы, пригодные по своим электронным и магнитным характеристикам для решения актуальных задач спинтроники, как например, электронное детектирование спиновых состояний и реализация квантовых операций посредством одного проводящего электрона (Reviews of Modern Physics 2007, 79, 1217; Science 2005, 309, 2180).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ НОВОСИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.Н. ВОРОЖЦОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122090800007-1, 31.08.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ СМОЛИСТО-АСФАЛЬТЕНОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ И ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

В условиях новой стратегии экономического развития все большее внимание уделяется проблемам рационального использования природных ресурсов и, в частности, нефтяных. Данная проблема является также актуальной в сегодняшней мировой повестке по созданию «зеленой энергетики будущего» и «чистой» планеты, которая предполагает переход к неуглеводородным источникам топлива и снижению углеродного следа при производстве товаров. Однако, вместе с тем, в структуре добыче сегодня растет доля тяжелых высоковязких нефтей при переработке которых актуальной становится проблема утилизации нефтяных остатков с высокой долей смолисто-асфальтеновых компонентов (САВ). Это особенно важно в России, поскольку глубина переработки нефти составляет в среднем около 75 %, и соответственно на долю нефтяных остатков приходится около 25 % перерабатываемого сырья. Традиционно их используют в качестве горюче-смазочных материалов (ГСМ), в производстве дорожного битума, кокса, что с одной стороны не отражает весь потенциал их возможностей, а с другой – негативно влияет на окружающую среду, увеличивая содержание углерода в атмосфере. Все это делает особенно актуальным сегодня поиск новых альтернативных способов использования тяжелых нефтяных остатков.

Для ХМАО данная повестка является особенно актуальной ввиду специфики региона, связанной с добычей природных ресурсов на основе углеводородов и необходимостью их рационального использования. В стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2030 года обозначено направление развития несырьевых видов деятельности, основанных на переработке сырья (нефтегазоперерабатывающий кластер). Для вовлечения региона в общемировую повестку по созданию новых «зеленых технологий» необходимо развитие новых научных направлений, связанных с альтернативным взглядом на использование углеводородных ресурсов – постепенный переход к использованию их в качестве ценного сырья для получения новых материалов для различных отраслей промышленности. Строение САВ (поликонденсированные нафтеноароматические системы с включением гетероатомов) позволяет рассмотреть их как перспективный материал для синтеза новых полимерных и композитных материалов, которые могут иметь в перспективе широкое применение в технике и промышленности. Например, для получения полимерных матриц, в том числе и графена – современного сырья для микроэлектроники, а также компонентов для деэмульгации нефти, полимерных покрытий, сорбентов, носителей для катализаторов и т. д. Целью данного проекта является решение научной проблемы рационального использования САВ в качестве сырья для производства углеродных материалов. Основной акцент исследования будет сделан на изучении химического состава и физико-химических свойств САВ, который позволит выявить влияние их природы на свойства получаемых материалов. На данном этапе развития исследований в этой области такие работы фактически отсутствуют. Научная новизна проекта заключается в новых физико-химических закономерностях зависимости свойств получаемых материалов от состава исходного сырья САВ, что позволит разработать технологию получения новых композитов с улучшенными свойствами. Понимание состава, строения и свойств САВ, которые до сих пор остаются не изученными, позволит предлагать рациональные пути их использования. Что в свою очередь откроет новые горизонты как в развитии наук о высокомолекулярных соединениях, наук о новых материалах, термических и термокаталитических процессов их переработки что расширит возможности их рационального использования. Научная новизна исследований заключается также в разработке способов получения углеродных материалов на основе САВ с использованием высокоэнергетического воздействия (плазменных методов) на основе авторского оригинального безвакуумного электродугового метода с использованием в качестве исходного сырья тяжелых нефтяных остатков(отходов).

Разработчик: БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА - ЮГРЫ «СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122101900025-7, 05.10.2022

ПРОЕКТ РНФ № 19-15-00244 ИЗУЧЕНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ ОКСИДА ГРАФЕНА С КЛЕТКАМИ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В БИОМЕДИЦИНЕ (ПРОДЛЕНИЕ)

Целью настоящего проекта являлась систематическая оценка эффектов клинически значимых модификаций наночастиц оксида графена (ОГ) на ключевые субпопуляции клеток врожденного иммунитета (макрофаги, дендритные клетки, NK-клетки, нейтрофилы) и адаптивного иммунитета (Т- и В-клетки). По итогам проведенных исследований сформулирована дальнейшая логика развития проекта: определение метаболических изменений в клетках в процессе взаимодействия с наночастицами ОГ, а также оценка потенциальных возможностей графен-индуцированной гипертермии на уровне клеток иммунной системы. С учетом широких возможностей применения препаратов на основе ОГ, именно графен-индуцированная гипертермия максимально использует уникальные физические свойства графена, в частности, теплопроводность (~5·103 Вт·м−1 К-1). Суть метода в том, что опухолевые клетки, адгезировавшие или интернализировавшие наночастицы ОГ способны нагреваться под воздействием ультразвука, лазерного или ИК-излучения. Мы планируем применять нормальные иммунокомпетентные клетки человека, а также патологически измененные клеточные опухолевые линии (Jurkat, THP) для изучения ИК-индуцированной гипертермии в условиях взаимодействия с наночастицами ОГ. Помимо этого, для достоверно значимых эффектов наночастиц ОГ, полученных нами ранее в рамках данного проекта на разных типах клеток иммунной системы будет изучены параметры метаболических изменений в процессе взаимодействия с ОГ. В целом, поставленные задачи позволят развить более прикладной аспект применения полученных знаний для графен-индуцированной терапии опухолевых заболеваний, а также понять тонкие метаболические механизмы, которые вовлекаются во взаимодействие клеток иммунной системы в наночастицами ОГ. Таким образом, настоящее исследование

находится в рамках заявленной стратегии перехода к высокотехнологичному здравоохранению.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122041200014-7, 11.04.2022

ДИАГНОСТИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР И ПРИБОРОВ ДЛЯ МИКРО-, НАНО-, АКУСТОЭЛЕКТРОНИКИ И РАДИОФОТОНИКИ

Научные исследования в рамках предлагаемой темы обеспечат создание перспективной элементной базы микро- и наноэлектроники на основе кремния, полупроводниковых гетероструктур, пьезоэлектриков, сверхпроводящих материалов, одномерных и двумерных кристаллов, метаматериалов.

Объектами исследований являются перспективные для применения в микро-, нано-, акустоэлектронике и радиофотонике материалы и структуры, в том числе и низкоразмерные, изготовленные на основе полупроводников, пьезоэлектриков, металлов, сверхпроводников, ионных проводников, композитных материалов, металл-углеродных и металлогидрид-углеродных наноструктурированных материалов, графена. Широкий спектр исследуемых объектов требует большого набора исследовательских методов и диагностической аппаратуры, а также поиска новых подходов и методов в диагностике. В этой связи, наряду с исследованиями самих материалов и структур, возникает задача по развитию методов исследования и диагностики. Для успешной реализации научной темы ставится целью развитие следующих методов диагностики материалов и структур микро-, нано-, акустоэлектроники и радиофотоники: – рентгеновских, включающих в себя рентгеновскую дифрактометрию, томографию, микрофлуоресцентную микроскопию для исследования структурного совершенства и элементного состава исследуемых объектов; – количественных методов характеризации локальных электрических свойств на основе метода наведенного тока, индуцированного электронным, рентгеновским и лазерным пучками; – методов исследования электрических и оптических свойств дефектов различной природы в полупроводниковых материалах и структурах; – методов растровой и просвечивающей электронной микроскопии для исследования морфологии, элементного состава, кристаллической и дефектной структуры; – методов атомной эмиссии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой для определения элементного и изотопного состава различных веществ, включая высокочистые; – методов ионно-пучкового анализа для определения элементного и фазового состава. Необходимо будет проводить теоретические и экспериментальные исследования с целью улучшения метрологических характеристик диагностических методов; разработку и создание структур и новых приборов для диагностики.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122041900201-4, 24.03.2021

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ, СВЕРХПРОВОДНИКОВЫХ, МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Проект направлен на исследование новых сверхпроводниковых, магнитных и полупроводниковых материалов и структур, а также на разработку элементов на их основе для применения в современной микроэлектронике. Основными целями работы являются: – разработка новых сверхпроводниковых структур на основе эффекта Джозефсона для генерации терагерцового излучения, исследование физических принципов их работы и создание практических электронных устройств на их основе; – фундаментальные исследования размерных эффектов при магнитоструктурных фазовых переходах, исследование функциональных свойств магнитокалорических материалов; – разработка технологии, изготовление короткопериодных сверхрешеток и мультибарьерных структур, исследование электронных процессов в сверхрешётках и создание на их основе резонаторных структур; – исследование физических свойств спиновых волн, распространяющихся в одно- двух- и трехмерных ферромагнитных и антиферромагнитных структурах, а также описание взаимодействия магнитных возбуждений в связанных наноструктурах между собой и с электромагнитным полем гигагерцового и терагерцового диапазона частот, с целью возможного создания на основе таких структур новой элементной базы магноники и спинтроники; – моделирование, создание и исследование искусственных метаматериалов миллиметрового диапазона длин волн на основе планарных частотно-избирательных поверхностей с фракталами различной размерности; – исследование параметрической неустойчивости спиновых волн в двумерных магнонных кристаллах с микроволноводами; – исследование взаимодействия терагерцового излучения с плазмонными метаповерхностями на основе графена и двумерных полупроводниковых материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122040800154-7, 10.06.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ УПРОЧНЕНИЯ/ДЕГРАДАЦИИ ГРАНИЦ РАЗДЕЛА В КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУРАХ, СОДЕРЖАЩИХ В ТОМ ЧИСЛЕ И УНТ, ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Цель научного исследования: Развитие фундаментальных теорий и методов анализа свойств матричных композиционных материалов, содержащих в качестве наполнителя углеродные нанотрубки, графен, фуллерены, наночастицы и нанокластеры при различных внешних физико-механических воздействиях.

Актуальность проблемы, предлагаемой к решению: исследование относится к разработке фундаментальных методов анализа композиционных материалов для приборов и устройств функциональной микро- и наноэлектроники. Актуальность обусловлена высокой потребностью в методах теоретического анализа материальных и полевых свойств нанокомпозитов в связи с их активным использованием в

качестве основы построения современной элементной базы функциональной электроники. Кроме этого теоретические исследования в данной области могут быть использованы в понимании процессов создания новых конструкционных материалов. При этом во всем мире идут активные работы над разработками подобных теорий.

Описание задач, предлагаемых к решению: исследование и моделирование влияния материала (УНТ, фуллерены наночастицы, нанокластеры), формы, объемной доли, пространственного расположения элементов неоднородностей в объеме матрицы на эффективные свойства композита.

Предполагаемые результаты: будут построены теоретические модели, алгоритмы расчета и численная реализация расчета эффективных характеристик композиционных материалов, содержащих в качестве наполнителя углеродные нанотрубки, графен, фуллерены, наночастицы и нанокластеры.

Возможная практическая значимость: получение новых данных о свойствах композиционных наноматериалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122031100399-7, 11.03.2022

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА И ТЕРМОИНТЕРФЕЙСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

В последние годы в связи с ростом энергетической мощности большинства устройств слаботочной и сильноточной электроники и энергетики, оптоэлектроники, созданием центров обработки данных, развитием современных телекоммуникационных систем и т.д., разработкой и созданием систем хранения и обработки информации, а также систем хранения электрической энергии (в частности, литий-ионных и других батарей), все важнее и критичнее становится проблема термостабилизации и отвода избыточного тепла от указанных устройств.

Целью и задачами настоящего проекта являются: продолжение исследований новых функциональных энергоэффективных материалов, изучение их теплофизических и электрофизических свойств, процессов смачивания и растекания по поверхностям этих материалов различных потенциальных рабочих жидкостей, процессов испарения и кипения в широком диапазоне температур, включая температуры выше температуры Лейденфроста, которые могут использоваться в широком диапазоне их состояний (от жидкого до парообразного) для снятия и теплоотвода с поверхностей избыточной тепловой мощности и их термостабилизации.

В рамках данного проекта будут разработаны и созданы новые функциональные энергетические поверхности на основе гибридных графеновых нанокомпозитов, гибридных материалов нового поколения на основе жидких металлов в композиции с гарфеновыми материалами, нанокомпозиты и нанокомпаунды с полимерными матрицами и нановключениями на базе наночастиц, включая наноалмазы, графен и графеновые структуры. На основе указанных разработок будут протестированы и подготовлены к опытно-промышленному производству новые термоинтерфейсные материалы – термопасты и термокомпаунды для термоменеджмента. Будут продолжены исследования новых высокотемпературных керамических материалов на базе нитрида алюминия, нитрида бора и других компонент для включения их в схемы отвода тепла с добавлением других термоинтерфейсных материалов. Будет изучено капельно-струйное испарительное охлаждение с использованием гибридных графеновых нанокомпозитов как на базе полимеров, так и на основе гибридных металлополимерных модификаций. Будет продолжено изучение модификации графеновых структур наночастицами золота, серебра и других металлов, с целю получения новых качественных свойств поверхностей для фотокатализа и солнечной теплоэнергетики, конверсии низкопотенциального тепла и получения пресной и чистой воды (системы эффективного солнечного испарения для солнечной теплоэнергетики и опреснения и обессоливания). Будут проведены исследования графеновых гибридных нанокомпозитов для определения свойств обледенения и антизамораживания поверхностей энергетического оборудования и других приложений.

Научная новизна проекта состоит в разработке и создании новых перспективных материалов, создании и освоении методик измерения механических, теплофизических и электрофизических характеристик получаемых материалов, отработки изготовления опытно-промышленных образцов, проведении серий исследований по потенциальному технологическому использованию полученных материалов для систем термостабилизации устройств энергетики и электроники, оптоэлектроники, систем телекоммуникаций. Будут проведены оригинальные исследования по поверхностным свойствам материалов: смачивание и растекание, испарение и кипение рабочих жидкостей на поверхностях, разработанных и созданных функциональных материалов для возможного их использования в системах жидкостного и испарительного охлаждения при отводе тепла от энергонапряженных перегретых поверхностей энергетики и электроники. Кроме того, будут намечены шаги по разработке и созданию промышленной отечественной технологии для производства функциональных энергоэффективных поверхностей для интенсификации тепломассообмена и термоинтерфейсных материалы для охлаждения электронных и энергетических устройств.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

№ 122062700045-1, 27.06.2022

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ И ФУНГИЦИДНЫХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект направлен на решение научной проблемы создания систем, эффективно нейтрализующих патогенные микроорганизмы на основе наноструктурированных углеродных материалов (НУМ). Одно из направлений борьбы с инфекциями связывают с разработкой новых типов адсорбентов, которые для ряда приложений могут быть более эффективными и экономически более выгодными, чем традиционные методы лечения антибиотиками. Углеродные материалы традиционно широко используются в качестве адсорбентов для связывания болезнетворных микроорганизмов (бактерий, грибков, вирусов). При этом, открытие углеродных наноматериалов (УНМ), такие

как углеродные нанотрубки (УНТ), графен, фуллерены и наноалмазы, которые характеризуются предельно малыми размерами и в силу этого развитой поверхностью, возможностями варьировать состав поверхностных функциональных групп, а также возможностями встраиваться в различные традиционные для медицины материалы, открывает новые возможности для разработки материалов для использования в медицине.

Новизна предлагаемого междисциплинарного исследования заключается: в использовании системного набора НУМ, позволяющего в рамках одного исследования получить данные о влиянии строения НУМ, их геометрических параметров, типа функциональных групп, электронного состояния углерода (sp2- или sp3) на их антибактериальные и фунгицидные свойства. С использованием комплекса физических методов (растровой и просвечивающей электронной микроскопии в сочетании с методами энергодисперсионной спектроскопии, спектроскопии ИК-Фурье и спектроскопии КР, люминесцентной микроскопии и молекулярного моделирования будет получена информация о механизме действия НУМ на бактерии и грибы. На основе наиболее перспективных НУМ будут получены прототипы композиционных материалов, которые смогут быть использованы в ряде медицинских приложений (фильтрующих материалов для обеззараживания воды и воздуха, антибактериальных покрытий, материалов для обработки ран, восстановления костных тканей). Полученные предварительные результаты продемонстрировали действенность такого подхода.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА ИМ. Г.К. БОРЕСКОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122102000033-8, 18.10.2022

ВЛИЯНИЕ СВЕРХНИЗКОГО СОДЕРЖАНИЯ НАНОНАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИЗНОСОСТОЙКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИОННОГО НАПОЛНЕНИЯ

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) благодаря уникальному сочетанию таких характеристик, как высокие прочностные и деформационные свойства, низкий коэффициент трения, высокая износостойкость, биологическая инертность, стойкость к агрессивным средам находит применение в такой важной медицинской сфере, как эндопротезирование суставов. Повышение износостойкости полимерного вкладыша в эндопротезах является практически важной научной задачей.

Введение функциональных наполнителей в СВМПЭ позволяет в заданном направлении модифицировать свойства СВМПЭ, в том числе повышать износостойкость материала. В рамках проекта планируется разработать новый композиционный материал на основе СВМПЭ и слоистых нанонаполнителей таких, как графен и нитрид бора, со сверхнизким содержанием наполнителя (менее 0,5 масс. %).

В предлагаемом проекте композиционные материалы будут получены методом полимеризационного наполнения, т.е. путем полимеризации этилена на поверхности каталитически активированных частиц наполнителя. Будут разработаны условия каталитической активации поверхности частиц нанонаполнителей – графена и нитрида бора и условия последующей полимеризации этилена, обеспечивающие преодоление агломерации и равномерное распределение частиц выбранных нанонаполнителей в матрице СВМПЭ при их сверхнизком содержании, необходимые для получения материла с улучшенными трибологическими и деформационно-прочностными свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122020900175-3, 26.01.2022

ЭКЗОТИЧЕСКИЕ МНОГОЧАСТИЧНЫЕ ФАЗЫ ПОДКРУЧЕННОГО ДВУСЛОЙНОГО ГРАФЕНА И РОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

В рамках данного проекта планируется провести изучение многочастичных свойств подкрученного двухслойного графена при малых углах подкрутки. Планируется модифицировать разработанную нами ранее компьютерную программу, позволяющую рассчитывать электронные свойства подкрученного графена с учетом электрон-электронного взаимодействия и образования параметров порядка различной природы. Модифицированная версия программы будет в состоянии учесть возможность возникновения в сверхячейке волны зарядовой плотности и некомпланарных спиновых текстур. Она будет использована для построения фазовой диаграммы подкрученного графена при разных уровнях допирования. Также планируется изучить возможность нефононной сверхпроводимости и типы сверхпроводящих параметров порядка в данном материале. В качестве модели участка сверхячейки с AA упаковкой будет исследоваться круговая «квантовая точка» AA графена. Полученные таким образом теоретические результаты будут использованы для установления связи между свойствами подкрученного и AA графена.

Планируется исследовать многочастичные фазы AA графена. Как хорошо известно, вблизи любой точки Дирака у данного материала имеется одна электронная и одна дырочная поверхности Ферми. В такой системе при учете электрон-электронного взаимодействия может возникнуть диэлектрическое состояние. Такое состояние может характеризоваться довольно широким набором параметров порядка. Планируется проанализировать такую ситуацию с точки зрения спонтанного нарушения симметрии, описываемого группой SU(4). Также планируется исследовать экзотические свойства состояний, входящих в SU(4)-мультиплет.

Планируется учесть кулоновское взаимодействие и экранировку для исследования возможного механизма сверхпроводимости в допированном AA графене.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122042000093-1, 12.04.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ЭФФЕКТОВ В МАТЕРИАЛАХ НИЗКОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Целью исследования на данном этапе являются квантовые метаматериалы, в которых необычные свойства существенно связаны с пониженной размерностью системы.

Задачи научного исследования: – осуществление научных исследований низкоразмерных полупроводниковых материалов, в том числе изучение слоистых структур дихалкогенидов переходных металлов и графена.

Осуществление научных исследований низкоразмерных сверхпроводящих материалов, в том числе: – изучение магнитных и токовых свойств низкоразмерных сверхпроводников, таких как тонкие проволоки и пленки, а также метаматериалов, сделанных на их основе; – исследования влияния коррелированного беспорядка на характеристики низкоразмерных сверхпроводников, включая сверхпроводящие характеристики поверхностей; – изучение свойств многозонных сверхпроводников, включающих квази-одномерные зоны проводимости, взаимодействующие со стандартными трёхмерными и квази-двумерными зонами; – исследования неравновесной динамики параметра сверхпроводящего порядка в нано-сверхпроводниках (сверхпроводящее нанокольцо); – исследования реакции токового состояния на приложенное электромагнитное излучение.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

№ 122080100026-0, 29.07.2022

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ГЕТЕРОСТРУКТУР НИТРИД БОРА - ГРАФЕН ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ АДСОРБЦИИ ВОДОРОДА

Определение оптимальных параметров и прогнозирование новых вариантов гетероструктур на основе графена и гексагонального нитрида бора – перспективных сред для хранения водорода по результатам квантово-химических расчетов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122081100061-8, 10.08.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИКОВ ОПТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Термоэлектрические тонкопленочные преобразователи могут применяться для локального точечного охлаждения, генерации электроэнергии, а также как фотодетекторы. Эффективность и мощность таких устройств зависит от термоэлектрических свойств материала: электропроводности, теплопроводности и коэффициента Зеебека. Измерение теплопроводности тонких пленок является более трудной задачей. Фундаментальным значением исследования теплопроводности является тот факт, что знание теплопроводности также способно помочь в выявлении влияния структуры пленки на процессы переноса тепла. Влияние толщины пленки и поверхностных эффектов с одной стороны способно привести к снижению теплопроводности в направлении, нормальном к плоскости пленки. С другой стороны, наличие точечных и линейных дефектов, фигур роста, границ между блоками (кристаллитами), локального выпадения второй фазы и других структурных особенностей способно значительно снизить теплопроводность в плоскости пленки. Влияние этих факторов на составляющие тензора теплопроводности до сих пор неочевидно. С практической точки зрения, отсутствие точного представления о теплопроводности тонких пленок затрудняет процесс моделирования и проектирования устройств на их основе. В данном проекте будет разработана новая методика по измерению теплопроводности оптическими методами и получены новые данные о теплопроводности тонкопленочных термоэлектриков (дисульфида молибдена, дисульфида вольфрама, многослойного графена, висмутена), которые могут быть использованы для создания эффективных фотодетекторов.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ТИДЕКС»

№ 122032200307-8, 18.02.2022

СОЛИТОНЫ, ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ФЕРМИОН-БОЗОННЫЕ СПЕКТРЫ В КЛАССИЧЕСКИХ И КВАНТОВЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Планируются исследования:

а) квантовых моделей и КЭД-эффектов в графеноподобных и гибридных наноструктурах. Исследование 2D и 3D КЭД спектров фермионов и явлений квантового транспорта в многослойных топологических и гибридных системах открывает перспективу создания многофункциональных устройств электроники и спинтроники. Эти устройства способны работать на принципиально новых свойствах носителей спина и заряда в системах графена при управляемом воздействии различных внешних полей. Задачи построения квантовых моделей транспорта в гибридных и графеноподобных структурах представляют большой интерес (в силу ожидаемых здесь сверхтонких эффектов, квантовых чипов и сверхчувствительных биосенсоров);

б) квантово-полевых методов, фазовых переходов и солитонов. Нелинейные, нелокальные задачи и динамические модели с точными решениями служат эталонами в исследовании сложных проблем классической и квантовой физики.

Основными методами решения задач НИР будут: метод обратной задачи рассеяния, методы редукции, методы Гамильтона, Лагранжа и других калибровочных преобразований, метод квантовых функций Грина, матрицы плотности и эффективные вычислительные алгоритмы и коды, имеющие широкое применение в физике конденсированных сред и квантовой теории поля.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ДАГЕСТАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122060200023-0, 01.06.2022

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СЛОЕВ С ВЫСОКОЙ СЕЛЕКТИВНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С КОНТАКТАМИ В ВИДЕ ГРАФЕНА И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ

Объект исследования: графен и углеродные нанотрубки.

Цель исследования: повышение селективности и увеличение технологичности и воспроизводимости проведения технологических процессов формирования слоев углеродных наноматериалов, пригодных для создания активных слоев газочувствительных сенсоров, с повышением селективности за счет применения различных типов организации проводящего канала с применением тонких слоев металла или графена с различной топологией.

Ожидаемые результаты: Методика формирования газочувствительного слоя на основе высокооднородных наноструктурированных слоев УНТ содержащих проводящие кластеры, металлические и/или графеновые микропроводники; методика формирования и модификации активного газочувствительного слоя графена и/или УНТ с помощью методов фокусированного ионного травления; особенности нанесения и сенсорного отклика на пары аммиака и воды однородного слоя УНТ со сверхнизкой плотностью на подложках, содержащих металлические и/или графеновые микропроводники, в сравнение с немодифицированной сеткой УНТ на стеклянной подложке.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

№ 122032300338-1, 15.03.2022

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПОИСКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МАГНЕТИЗМА, ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ, МАГНИТОЭЛЕКТРОНИКИ И МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ

Существенного расширения функциональных возможностей композитных структур типа «металл – анизотропных диэлектрик» удается достичь в результате использования в их составе материалов, обладающих анизотропным тензором проводимости с частотно зависимыми компонентами (графен, силицен и т.д.) и играющих роль особого класса метаповерхностей с уникальными отражающими способностями в терагерцовом частотном диапазоне.

Новые и актуальные результаты, которые планируется получить, заключаются в следующем. В области магнитоплазмоники графеновых наноструктур планируется исследовать новый тип структур – метаструктуры (структуры, образованные метаповерхностью на основе графена): метатрубки и метаторы. Особый акцент будет сделан на исследовании так называемых «гиперболических» плазмонов (плазмонов с гиперболическими изочастотными контурами) поддерживаемых данным видом структур. Будет исследовано влияние внешнего магнитного поля на дисперсионные характеристики данного типа волн. Планируется продолжить исследования гибридизации волн различного типа в плазмонных наноструктурах различной геометрии и состава.

Также будут продолжены теоретические и экспериментальные исследования фазовопереходного излучения при магнитных и структурных переходах в твердых телах и изучение эффектов вакуумной теплопроводности в спинкалоритронных структурах под действием спинового тока, магнитного поля и в процессе фазовых переходов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122052600023-1, 25.05.2022

ЛОКАЛЬНАЯ ФОТОХИМИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Объект исследования: графен и углеродные нанотрубки.

Цель исследования: выяснение механизмов и построение модели изменения химических и физических свойств двумерных (2D) и одномерных наноструктур при взаимодействии со сверхкоротким импульсным лазерным излучением и разработкой технологических основ локальной безмасочной модификации свойств 2D материалов при создании новых функциональных элементов электроники, фотоники, плазмоники и стрейнтроники

Ожидаемые результаты:

Физико-технологические основы паттернирования графена лазерными методами, как на физическом, так и на химическом уровне при создании новых функциональных элементов и устройств наноэлектроники: транзисторов, фотодетекторов, сенсоров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

№ 122032900107-7, 24.03.2022

НЕЛИНЕЙНЫЙ КРАЕВОЙ ТРАНСПОРТ В ДВУМЕРНЫХ СИСТЕМАХ

Проект направлен на теоретическое исследование нелинейного краевого транспорта и фотогальванических эффектов в кристаллических системах с двумерным электронным газом – графене, развитие методов теоретического описания таких систем, поиск и изучение новых явлений, связанных с транспортом краевых электронов. Благодаря развитию технологии в последнее время удалось синтезировать новые двумерные полупроводниковые системы, такие как графен, монослои дихалькогенидов переходных металлов, топологические изоляторы на основе квантовых ям HgTe/CdTe, квантовые ямы с очень высокой подвижностью электронов. Анализируя спектр краевого фототока, его поляризационную зависимость, а также влияние на фототок внешних статических полей, можно получить информацию о спиновой структуре, особенностях электрон-фотонного взаимодействия и механизмах релаксации краевых электронов. С учётом важной роли краёв в микро- и наноразмерных приборах, можно ожидать, что краевые фототоки будут вносить определяющий вклад в фотоотклик приборов малого

размера и найдут применение в детекторах терагерцового и инфракрасного излучения, а также его поляризации.

В проекте будет уделено особое внимание изучению электрон-электронного взаимодействия в нелинейном краевом транспорте, проявляющегося в генерации плазменных колебаний электронного газа и возникновении вязкой электронной жидкости в образцах с очень высокой подвижностью электронов. К настоящему времени теоретические модели нелинейного краевого транспорта, включающие в себя электрон-электронное взаимодействие, недостаточно развиты; наблюдаемые в эксперименте особенности не имеют детального теоретического описания. Работа над этими проблемами является целью данного проекта.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122100500018-6, 13.09.2022

ХИМИЧЕСКИ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Проект предполагает проведение поиска и исследований способов увеличения стабильности, химической устойчивости протонпроводящего полимера типа Nafion в электродах со смешанной проводимостью в электрохимических устройствах, таких как топливные элементы, электролизеры, электрохимические сенсоры и пр.

В основу увеличения химической и электрокоррозионной стабильности протонпроводящего полимера типа Nafion будет положен прием его поверхностной стабилизации малослойным графеном в результате формирования тонкого слоя Nafion на поверхности графеновых листов и образования химических связей между поверхностными атомами этих двух материалов. В результате образования такого рода материала энергия системы понижается и увеличивается ее стабильность. Научная значимость решения проблемы долговременного стабильного функционирования электрохимических устройств весьма высока, поскольку долгосрочность систем электрохимического преобразования энергии является одним из критических факторов, которые определяют их конкурентоспособность и возможность коммерциализации. Увеличение срока безотказной службы без существенного снижения технических характеристик — одна из актуальных проблем развития этих устройств.

Снижение их цены является актуальным направлением электрохимической энергетики.

Научная новизна предлагаемых решений состоит в следующем.

Впервые будет использован прием использования поверхностной стабилизации и создание поверхностно-стабилизированных материалов для увеличения химической и электрокоррозионной стабильности. Прием основан на создании на поверхности графеновых листов тонкого слоя полимера типа Nafion (Nafion/G), закрепленного благодаря силам адсорбции и образованию химических связей между отдельными атомами графена и поверхностью полимера.

Впервые будет исследована устойчивость такого рода материалов к радикальным атакам (типа OH·), и электрохимическая стабильность в различных условиях. Впервые будет исследован протонный транспорт в поверхностно-стабилизированных материалах типа Nafion/G.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122080800056-0, 08.08.2022

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ, АЛГОРИТМОВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Целью работы является разработка алгоритмов и подходов построения атомных моделей наноструктур нескольких типов: –1D структурированных наночастиц, в том числе, ансамблей частиц со случайным распределением дефектов упаковки, квазидвумерных объектов (типа графена, слоистых сульфидов) и упаковок двумерных слоев с различной степенью порядка;

– 1D наноструктур когерентного типа, представляющих собой чередование в определенном кристаллографическом направлении взаимно ориентированных кристаллических ламелей нанометровой толщины, отличающихся друг от друга, в общем случае, составом и структурой. Таким образом, по результатам проекта будут разработаны и реализованы новые оригинальные алгоритмы, основанные на кристаллографических подходах, для построения моделей нескольких характерных типов наноструктур, создано общедоступное программное обеспечение для структурных исследований высокодисперсных и наноструктурированных материалов. Проект даст инструмент, способный быстро создавать, модифицировать и анализировать сложные модели наноструктур, который будет полезен как для интерпретации различных экспериментальных данных, так и для прогнозирования физико-химических свойств наноматериалов. Структурные исследования с использованием новых возможностей позволят расширить знания о строении упорядоченных наносистем, включая строение межблочных/межфазных границ, а, следовательно, сделать заключения о структурных механизмах их формирования и высказать соображения о возможных физико-химических явлениях, приводящих к самоорганизации наноструктурированных состояний.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА ИМ. Г.К. БОРЕСКОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122052500012-6, 19.05.2022

НОВЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБРАЗОВАННЫЕ МОНОСЛОЯМИ СУЛЬФИДОВ И ГИДРОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА, ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Двумерные (2D) материалы привлекают огромное внимание ввиду необычных физических и (электро)химических свойств. До сих пор известно очень небольшое число семейств двумерных материалов и композитов (графен, слоистые двойные гидроксиды, халькогениды переходных металлов, например, дисульфид молибдена, MXenes и некоторые другие), и поиск новых является остро актуальной задачей.

В данном проекте предлагается, с использованием комплекса экспериментальных и квантово-химических

методов исследования твердых тел, поверхности и межфазных границ (рентгеноструктурный анализ, электронная и зондовая микроскопия, рентгено- и УФ-фотоэлектронная, рентгеновская, мёссбауэровская, оптическая, рамановская, ЯМР спектроскопия, измерения электронных, магнитных и диэлектрических свойств (до гелиевых температур), сорбционных, электрохимических характеристик (ВАХ, EQCM, дзета-потенциал), ДТА, DFT моделирования и других, исследовать: – механизм самоорганизации в формировании 2D халькогенидно-гидроксидных композитов; – возможности синтеза и границы составов халькогенидных и гидроксидных слоев, получения продуктов разной морфологии (кристаллы, золи, пленки); – особенности реакционной способности 2D композитов; – новые свойства двумерных материалов, взаимосвязь состава, строения и основных физических и химических свойств и способы их тонкой настройки; – перспективные области применения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122121200049-8, 08.12.2022

ПЛАЗМОН-УСИЛЕННАЯ БЛИЖНЕПОЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР

Целью данного проекта является исследование эффектов резонансного взаимодействия электромагнитного излучения с полупроводниковыми наноструктурами, находящимися в ближнем поле локализованных поверхностных плазмонов металлических наноструктур. Эти исследования направлены на установление основных закономерностей резонансного плазмонного усиления комбинационного рассеяния света (КРС), фотолюминесценции (ФЛ) и инфракрасного (ИК) поглощения наноструктурами с предельно малой концентрацией для их локального спектрального анализа с пространственным разрешением значительно ниже дифракционного предела.

Объектами исследования проекта являются: – полупроводниковые коллоидные нанокристаллы различного размера и морфологии, для которых будут определены характерные условия плазмонного усиления и установлены основные закономерности формирования фононного спектра; – атомно гладкие монослойные покрытия MoS2 и графена.

Принципиально важным является исследование эффекта усиления микро-и нано-КРС оптическими фононами полупроводниковых наноструктур на плазмонных подложках, в условиях резонанса лазерного излучения с электронными переходами в полупроводниковых нанокристаллах и локализованными плазмонами металлических наноструктур.

В результате будет установлена взаимосвязь между структурными и оптическими свойствами полупроводниковых, металлических и органических наноструктур и определены механизмы усиления микро- и нано-КРС, -ФЛ и -ИК поглощения полупроводниковыми наноструктурами разной морфологии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122121200043-6, 08.12.2022

МАССИВЫ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР С 2D -3D АРХИТЕКТУРОЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ ЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА ДЛЯ ГИБКОЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Проект направлен на решение проблем формирования массивов тестовых приборных наноразмерных структур на основе функциональных наночастиц и управления их свойствами для разработки элементов наноэлектроники, включая гибкую электронику. В качестве основных подходов для решения задач проекта предлагается формировать наночастицы с требуемыми свойствами, затем из этих строительных наноблоков с использованием синергетических эффектов межфазных взаимодействий формируются гибкие приборные структуры. В качестве функциональных наночастиц планируется использование композитных частиц фторированный графен ФГ: V2O5 и частиц G:BN из графена, капсулированного частицами нитрида бора. Планируется разработка новых подходов для формирования массивов наноразмерных кроссбар или резисторных структур, перспективных для конкретных приложений. Необходимо рассмотреть такие подходы, как методы стрейнтроники, 2D печать, наноструктурирование подложек, локальное изменение адгезии и поиск новых технологических решений для создания массивов наноразмерных структур. Переход к нанометровым размерам элементов, формирование упорядоченных массивов из таких элементов с использованием новых доступных подходов является важной задачей проекта. Научная значимость и актуальность разработки как новых 2D материалов для электронных приложений и подходов для управления свойствами материалов, так и поиска новых технологических и инженерных решений для создания структур и гетероструктур, перспективных для конкретных приложений определяется востребованностью принципиально новой и высокоэффективной элементной базы для наноэлектроники, включая гибкую электронику.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122042600009-6, 21.04.2022

ГИБКИЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ A3B5 НАНОСТРУКТУР

Предлагаемая в проекте концепция синтеза A3B5 нитевидных нанокристаллов (ННК) на графене обеспечит создание гибких светоизлучающих устройств, работающих в красной области видимого спектра. Метод инкапсуляции массива ННК в прозрачную диэлектрическую матрицу полидиметилсилоксана (ПДМС), в совокупности со слабой химической/ковалентной связью на гетероинтерфейсе графен/Si/SiO_2 подложка, обеспечат эффективное механическое отделение мембраны с ННК от ростовой подложки. При этом благодаря правильному выбору метода отделения слой графена перейдет на матрицу ПДМС, сформировав тем самым гибкий прозрачный электрод к основаниям ННК.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

№ 122011100153-7, 10.01.2022

БИОМЕДИЦИНСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГРАФЕНОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ АНТИОКСИДАНТНЫМИ АМИНОКИСЛОТАМИ

Проект направлен на разработку оригинальных масштабируемых методик синтеза производных графена с антиоксидантными аминокислотами (цистеин, метионин, таурин, меркаптопропионилглицин, N-ацетилцистеин) с последующим комплексным изучением биологических и физико-химических свойств данных молекул и биологически активных фаз на их основе, что является основой создания потенциальных лекарственных препаратов. Комплексное биологическое изучение включает оценку фотодинамических и антиоксидантных свойств, влияния на гематологические и биохимические характеристики крови, цито- и генотоксичность, биодоступность, биораспределение, острую и хроническую токсичность, а также оценку возможности использования графена, модифицированного антиоксидантными аминокислотами, для уменьшения очага ишемического/реперфузионного повреждения мозга.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРВЫЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.П. ПАВЛОВА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

№ 122042900049-9, 28.04.2022

СТРУКТУРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗОН И ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОРЯДКОВ В ДВОЙНЫХ КВАНТОВЫХ ЯМАХ HGTE

За последнее десятилетие в гетероструктурах HgTe/CdHgTe с одиночными квантовыми ямами (КЯ) выявлены уникальные свойства и обнаружен потенциал для практических приложений в терагерцевой электронике и оптоэлектронике. При определенном наборе параметров структуры с двойными КЯ HgTe оказываются подобны двуслойному графену – перспективному материалу для создания приемников излучения и лазеров ТГц диапазона. Ширину запрещённой зоны в двойных КЯ HgTe в фазе «двуслойного графена» можно эффективно изменять в широких пределах за счёт приложения электрического поля. Также в двойной КЯ HgTe можно реализовать состояние изолятора с «двойной» инвертированной зонной структурой. Интерес к системам с «двойной инверсией» в последнее время обусловлен тем, что при определённых условиях в таких системах можно реализовать состояние топологического изолятора высокого порядка (higher-order topological insulator).

Настоящий проект посвящен детальным экспериментальным и теоретическим исследованиям двойных КЯ HgTe с целью выявления характерных особенностей, связанных с различными топологическими состояниями указанных объектов.

Экспериментально рассматриваемые в проекте объекты будут исследоваться магнитотранспортными и магнитооптическими методами. Первые позволят определить основные электрофизические характеристики и обнаружить проявления топологических краевых состояний с помощью измерения нелокального транспорта. Последние необходимы для выявления особенностей зонной структуры и определения реальных параметром образцов, а также влияния на зонную структуру дополнительных факторов, таких, как, например, встроенное электрическое поле.

Структуры будут выращиваться методом молекулярно-пучковой эпитаксии. Для некоторых образцов будет сделана постростовая обработка: будут изготовлены холловские мостики с размерами от десятков микрон и меза-структуры с затвором. Кроме того, для изучения концентрационных зависимостей активно будет использоваться эффект остаточной фотопроводимости, который в этих структурах позволяет менять концентрацию носителей обратимым образом в широких пределах, и в том числе изменять тип проводимости.

В результате выполнения проекта будет получена новая информация об особенностях зонной структуры и топологических состояний в гетероструктурах HgTe/CdHgTe с двойными квантовыми ямами. Особое внимание будет уделено топологическим фазам, специфичным именно для двойных КЯ таким, как изолятор с «двойной» инвертированной зонной структурой.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

№ 122030200350-0, 24.02.2022

ДИНАМИКА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ СО СЛОЖНОЙ РЕШЕТКОЙ

Проект посвящен разработке моделей, описывающих тепловые процессы в низкоразмерных структурах на примере гармонических кристаллов со сложной решеткой. В частности, метод, позволяющий аналитически описывать тепловые процессы в гармонических кристаллах, в рамках проекта будет модифицирован для случая сложных структур, составленных из нескольких видов подрешеток. Данный подход позволяет свести стохастическую задачу для перемещений частиц к замкнутой детерминированной задаче для статистических характеристик пар частиц. В качестве таких характеристик выступают ковариации перемещений или скоростей частиц, в результате чего задача сводится к линейным матричным уравнениям, дифференциальным по времени и разностным по двум позиционным индексам пары частиц. Также применяется принцип разделения движений на быстрые и медленные: к быстрым движениям относятся колебания кинетической температуры, связанные с переходом части кинетической энергии в тепловую; к медленным – процесс распространения тепла (изменения пространственного распределения кинетической температуры).

Актуальность данного исследования обусловлена активным развитием новых технологий создания материалов, позволяющих регулировать состав и структуру вещества на атомарном уровне. Свойства низкоразмерных материалов зачастую уникальны и существенно отличаются от их объемных аналогов, что открывает перспективные возможности для их применения. Например, гексагональный нитрид бора обладает повышенной устойчивостью, высокой химической стойкостью, твердостью, прочностью и теплопроводностью. В основном, низкоразмерные материалы имеют сложную кристаллическую структуру. К примеру, двумерная решетка графена состоит из двух подрешеток, образованных атомами углерода, а подрешетки гексагонального нитрида бора, бинарного соединения бора и азота, образованы двумя различными видами атомов. Нитевидные, нанокристаллы (нанопроволоки, нановискеры) могут быть образованы как одним видом атомов (кремний, углерод-карбин), так и не-

сколькими (арсенид галлия, фосфид индия). В связи с этим особую актуальность приобретает развитие моделей, которые бы могли корректно описать физико-механические свойства подобных сред и структур, а также протекание в них нестационарных тепловых процессовПредлагаемый метод позволяет получить уравнение, дифференциальное по времени и пространственной координате и разностное по ковариационному индексу (с математической точки зрения получается система связанных дифференциальных уравнений в частных производных). Разрабатываемый подход позволит аналитически решать нестационарные задачи о распространении тепла в низкоразмерных наноструктурах, в то время как известные подходы, как правило, ограничиваются рассмотрением стационарных задач.

Развитие соответствующей теоретической базы необходимо для эффективного использования уникальных термомеханических свойств низкоразмерных структур в микро- и наноэлектромеханических системах (МЭМС и НЭМС) для производства гибких дисплеев и солнечных батарей, сверхчувствительных сенсоров, генераторов высокочастотного излучения (вплоть до терагерцового), перспективных систем охлаждения (в т.ч. для многопроцессорных вычислительных систем) и др. Таким образом, изучение физико-механических и, в том числе, тепловых свойств низкоразмерных материалов обладает исключительной важностью и открывает принципиально новые возможности в индустрии наносистем и материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122041400248-4, 10.06.2021

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ 2D И 3D НАНОСТРУКТУР И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Новые материалы и структуры в значительной степени обеспечивают прогресс различных отраслей техники и экономики. С развитием методов микро- и наноструктурирования появилась возможность формировать новые искусственные материалы с полезными свойствами, которые превосходят природные или не встречаются у природных материалов. Это, прежде всего, новые материалы, которые открывают возможность создания нейроморфных систем и компьютеров. Это новые электромагнитные метаматериалы, фотонные кристаллы, топологические фотонные кристаллы, которые открывают возможности беспрецедентного управления электромагнитным излучением в диапазоне от СВЧ до оптики и ультрафиолета. Помимо искусственных материалов в последние годы в мире огромное количество работ направлено на исследование и практические применения таких материалов как графен и его производные, а также двуокись ванадия, которая испытывает фазовый переход полупроводник-металл. Двуокись ванадия является перспективным нейроморфным электроным материалом (перспективным материалом для формирования мозгоподобных компьютерных систем). На основе данного материала начаты разработки нейроморфных компьютерных архитектур.

Одним из актуальных направлений исследований является создание гетероструктур на основе 2D материалов и графена. Целью данного направления является формирование и исследование структур и приборов с новыми свойствами, так и управляемая коррекция свойств функциональных слоев, использованных в гетероструктурах. Так, например, за счет добавления графена можно значительно улучшить механические свойства слоев дихалькогенидов переходных металлов (например, MoS_2). За счет взаимного влияния (эффекта «близости») в гетероструктурах 3D топологических изоляторов (Bi_2Se_3 и другие соединения висмута) на графене можно увеличить подвижность носителей заряда в выращенных слоях и наблюдать ряд эффектов, перспективных для использования. Создание и исследование гетероструктур из монослоев графена и других 2D материалов, полученных разными способами (рост, перенос, 2D печать) позволит создавать новые гетероструктуры с новыми функциональными свойствами и расширять возможности использования гетероструктур для приложений, например ,для гибкой, носимой, растягиваемой, прозрачной электроники.

Целью проекта является исследование физических свойств новых 2D и 3D наноструктур и материалов для практических применений. Будут исследованы материалы и структуры, созданные как с помощью разработанных нами ранее технологий, так и новых технологий. Основное внимание будет уделено материалам, гетероструктурам, гибридным структурам перспективным для формирования нейроморфных систем, наноэлектроники и нанофотоники, а также для гибкой электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122030100433-1, 28.02.2022

ОБМЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ПЕРОВСКИТНЫХ 2D ВТСП МАТЕРИАЛАХ СО СТРАЙПОВОЙ СТРУКТУРОЙ

В проекте планируется исследовать открытые проблемы фундаментального понимания высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП), которая возникает в перовскитных 2D сверхпроводниках. Ключевая идея состоит в подходе к этой проблеме через идентификации страйпов по виду ядерной конфигурации, т.н. «tilting» эффектов (наклона кислородных октаэдров как целого). «Быстрая» (туннельная) динамика ядерных конфигураций страйпов, восстанавливает структуру идеального слоя CuO_2 , но с нелокальными положениями ионов. Ситуация напоминает отказ от теории кристаллического поля в пользу теории лигандов, где электронная плотность анионов классифицируется вместе с электронной плотностью центрального 3d иона по единым неприводимым представлениям вместо их описания, как простых точечных отрицательных зарядов.

Для того чтобы работать с такой структурой необходимо привлекать выбронные представления о распределении ядерной плотности вместо локального приближения в ее представлении. Мы ожидаем увидеть эффекты страйпов в суперобменном взаимодействии CuO_2 плоскости в окружении двух эквивалентных слоев(LaO) каменной соли с помощью понятия тензора «квазичастичной прозрачности». Тензор действует в пространстве корневых векторов гильбертова пространства (собственных состояний) исходного p-d гамильтониана и является ключевой величиной в математическом выражении для критерия Вильсона (металл-диэлектрик) в хаббардовской картине квазичастиц. Мы планируем также установить микроскопическую природу различия в поведении АФМ обмена с допированием для ВТСП материалов n и p типа. Известно, что универсальные фазовые x/T диаграммы не зависят от способа допирования исходного 2D перовскитного материала. Все наши выводы будут иметь общий характер

для перовскитных материалов на основе меди, но основой для сравнения теории с экспериментальными данными взяты допированные $La(2-x)SrxCuO_4$ соединения как наиболее исследованные в большом количестве экспериментальных и технологических работ.

РАЗРАБОТЧИК: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122032300461-6, 16.03.2022

ТРАНСПОРТ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМАХ: ЭЛЕКТРОННЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ И ТУННЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Электрон-электронные и спин-спиновые корреляции, вызванные взаимодействием электронов друг с другом и их взаимодействием с магнитными примесями, являются наиболее существенным фактором, определяющим протекание физических процессов в квантовых ямах, моноатомных слоях графена, в квантовых проволоках и точках. В наноприборах (таких как туннельные диоды, квантово-каскадные лазеры, флеш-память, одноэлектронные транзисторы и др.) потенциальные барьеры оказываются весьма узкими так, что в них оказываются существенным туннелирование носителей заряда, и учёт этого процесса становится принципиально значимым для изучения физики наноструктур.

В рамках проекта нами исследована роль электрон-электронных взаимодействий в высокоподвижных двумерных структурах, в которых реализуется гидродинамический режим проводимости. Показано, что в магнитном поле в высокочастотной проводимости появляется резонанс на двойной циклотронной частоте. Проанализированы роль спин-спиновых взаимодействий и возникновение спиновой ориентации при резонансном туннелирования между состояниями в квантовой яме и локализованным состоянием на парамагнитной примеси. Показана возможность возникновения обращения степени круговой поляризации фотолюминесценции в условиях оптической ориентации электронов при переходах заряженный парамагнитный акцептор- зона проводимости. В целом в настоящем проекте теоретически изучена роль электронных и спиновых корреляций в транспортных и магнитных свойствах наноструктур, в том числе в таких, где ключевую роль играют процессы туннелирования.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122120700120-2, 28.11.2022

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ СО СТРУКТУРОЙ СВЕРХРЕШЕТКИ И УЛЬТРАНИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ НА ОСНОВЕ 2D И КВАЗИ-2D МАТЕРИАЛОВ

Возрастающие требования к качеству контактирующих поверхностей и точности их изготовления, связанные с созданием высокотехнологичных механических устройств в том числе микромеханических, обуславливают ускоренное развитие методов модифицирования поверхности. Одно из перспективных направлений в этой области связано с нанесением тонкопленочных покрытий, которые при минимальной толщине (до 1 мкм) должны обеспечивать стабильное и длительное снижение коэффициента трения в различных возможных условиях эксплуатации (воздух различной влажности, инертный газ, вакуум, низкие и повышенные температуры). В последнее время наилучшие результаты по снижению трения достигаются за счет эффекта «суперсмазки» (коэффициент трения менее 0,01), который может проявляться при правильном выборе состава и реализации определенного структурного состояния тонких пленок, содержащих нано-размерные компоненты из дихалькогенидов переходных металлов (ДПМ) и/или различных модификаций углерода (графены, фуллерены, наноалмазы и пр.). На проявление эффекта суперсмазки оказывают важное влияние не только структурно-фазовые характеристики самого тонкопленочного покрытия, но и другие факторы, обусловленные спецификой трибоиспытаний (природа контртела и подложки, молекулярный состав и температура окружающей среды). Многофакторная зависимость эффекта по аномальному снижению коэффициента трения в варьируемых условиях испытаний обуславливает значительную сложность научного исследования по пониманию его природы, а также по формулировке требований к тонкопленочным материалам и технологиям их формирования.

Исследования, которые предполагается проводить в рамках данного проекта, направлены на развитие новой для научного коллектива тематики: разработке методов создания ультратонких пленок ДПМ-материалов с 2D и квази-2D структурой и углеродных пленок с графено-подобной структурой, а также формирование многослойных покрытий со структурой сверхрешетки на основе этих наноматериалов с целью снижения коэффициента трения скольжения (менее 0,01) в варьируемых условиях испытаний (вакуум, инертный газ, сухой и влажный воздух). Для обеспечения ультранизкого трения контактирующих материалов предполагается формирование на их поверхности тонких пленок с разной степенью упорядочения локальной атомной упаковки, что позволит выявить влияние фактора несоразмерности атомных упаковок на трение и износ тонких пленок в различных условиях. В качестве локально-упорядоченных (нанокристаллических) компонентов будут использоваться ультратонкие слои дисульфидов молибдена и вольфрама (MoS_2/WS_2), а также углеродные графено-подобные слои. Для регулирования структурного состояния графено-подобная фаза будет модифицироваться за счет внедрения атомов S, H, N. Таким образом будет достигаться получение новых свойств графено-подобных состояний углерода. Качественно новые трибо-характеристики тонкопленочных покрытий реализуются в результате многофакторных трибо-индуцированных структурных и химических изменений в нанокомпозитной пленке в контактной области пары трения. Планируется изучить картину трибо-активированных процессов в новых 2D и квази-2D структурированных наноматериалах и выявить условия трибо-формирования новых поверхностных состояний, которые обеспечат ультранизкое трение и улучшенную износостойкость покрытий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

№ 122032200300-9, 18.02.2022

ОПТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНДЕНСИРОВАННЫХ ИОННЫХ СИСТЕМ, ПОЛУПРОВОДНИКОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Целью работы является получение и исследование оптических, электрофизических свойств нанокомпозитов на основе углеродных многостенных нанотрубок и полимера, широкозонных полупроводников и ионных систем с целью выявления особенностей их строения на микроскопическом уровне, особенно в области структурных фазовых переходов.

Предлагаемые исследования являются актуальными, так как изучение структурных и динамических свойств ионных сред (сульфаты, нитраты, перхлораты, нитриты) методом молекулярной спектроскопии в интервале температур 300 – 800 К позволит определить времена релаксации, температуры фазовых переходов, смещение колебательных мод и ширины молекулярных полос от температуры. Особый интерес представляет изучение структурных фазовых переходов и предпереходных явлений.

Предлагается исследовать теплофизические и электрофизические свойства новых нанокомпозитов на основе многостенных углеродных нанотрубок разных концентраций в полимерах -силикон и полиуретан. Планируется исследовать электрофизические свойства композитов под давлением (компрессии и декомпрессии) и выявить возможность использования нанокомпозитов в качестве тензодатчиков и датчиков давления. Предлагается исследовать влияние термообработки при разных температурах и определенного времени на оптические и электрические свойства пленок оксида графена на кварцевой подложке. Планируется исследовать, при какой температуре происходит отслоение пленки от подложки и насколько уменьшается толщина пленки. Предполагается решение следующих задач: исследование релаксационных процессов и фазовых превращений в ионных средах (сульфаты, нитраты, перхлораты, нитриты), выявление связи свойств этих систем с межионными потенциалами, а также изучение структурных и динамических аспектов затвердевания методом молекулярной спектроскопии в интервале температур 300-800 К. Это позволит определить время релаксации, температуры фазовых переходов, смещение колебательных мод и ширины молекулярных полос от температуры.

Работа по данной теме позволит выявить влияние оптического излучения на процессы формирования, структуру электрофизических и фотоэлектрических свойств тонких пленок $CuInGaSe_2$, $CuZnSnSe_2$ полученных селенизацией металлических прекурсоров на различных подложках. Тонкие пленки $CuInGaSe_2$, $CuZnSnSe_2$ в последние годы интенсивно исследуются в связи с возможностью создания наиболее экономических и относительно эффективных фотопреобразователей на основе гетеропереходов Mo/$CuInGaSe_2$/CdS/ZnO/Ni/Al и Mo/$CuZnSnSe_2$/CdS/ZnO/Ni/Al. Исследования электрооптических свойств гетеропереходов находят практическое применение в фототранзисторах и в солнечных элементах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ДАГЕСТАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122121500043-3, 14.12.2022

НОВЫЕ ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ С КОВАЛЕНТНЫМ ТИПОМ СВЯЗИ (РНФ-47)

Каждое открытие двумерных (2D) материалов, таких как графен, гексагональный нитрид бора, дихалькогениды переходных металлов вело к значительному всплеску исследовательской активности в области 2D материалов и, как следствие, открытию новых. Интерес к таким материалам возник не только из-за фундаментально новых физических свойств, но также за счет эффекта квантового ограничения, который позволяет гибко настраивать свойства материала под заданные нужды. Прогресс в этой области был значительно ускорен созданием базы данных, полученной при помощи высокопроизводительных расчетов и содержащей информацию о потенциальных новых 2D материалов на основе ван-дер-Ваальсовых слоистых структур с низкой энергией связи между слоями. Работа привлекла большое внимание и получила около 1000 цитирований за последние четыре года. Однако существенным недостатком таких баз данных является то, что ни одна из них не включает новые 2D материалы, синтезированные из кристаллов с ковалентным типом связи. Такие виды материалов могут быть получены методом жидкофазного расслоения при обработке ультразвуком, который является недорогим и позволяющим достигать большого объема выхода продукта. Отсутствие значительных теоретических работ в данной области и, в частности, базы данных новых 2D материалов на основе кристаллов с ковалентным типом связи, прежде всего обусловлено новизной самой области и требованием комплексного подхода.

В данном проекте мы предлагаем подход, использующий высокопроизводительные вычисления на основе машинного обучения, нейронных сетей и теории функционала плотности для идентификации новых двумерных материалов на онове кристаллов с ковалентным типом связи, а также экспериментальный синтез некоторых таких кристаллов в качестве подтверждения теоретических результатов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122031600390-9, 15.03.2022

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕННОСТИ ОБРАЗЦОВ ОКСИДА ГРАФЕНА (2 ОБРАЗЦА)

Методом рентгеноэлектронной спектроскопии получены спектры линий C 1s и O 1s образцов оксида графена на подложке кремния. Показано, что степени окисленности образцов при применении различным методов расчета, отличаются. Степень окисленности Образца 1 выше, если его считать, как соотношение площадей спектров C1s/ O1s (2,5 для Образца 1 и 2,0 – для Образца 2). Если расчет проводить как отношение площади под пиком C-C к сумме площадей пиков C-O(OH) и C=O в разложении спектра C1s, степень окисленности образцов примерно равна 0,80 (для Образца 1) и 0,81 (для Образца 2).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122091900045-9, 15.09.2022

КОМПОЗИТНЫЕ КАТОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФЕРРОФОСФАТА ЛИТИЯ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Одной из основных проблем современных литий-ионных аккумуляторов является низкая электронная проводимость катодного материала. Для её повышения используются проводящие добавки, способствующие росту проводимости конечного композиционного катодного материала. Настоящий проект посвящён исследованию особенностей получения материала положительного электрода на основе феррофосфата лития методом соосаждения на поверхности углеродных нанотрубок и/или оксида графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

№ 122040800098-4, 24.03.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ЯВЛЕНИЙ В ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ СЕЛЕНА И МЕДИ, А ТАКЖЕ В ИНЫХ МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЙ В ФОТОНИКЕ И ЭЛЕКТРОНИКЕ

Целью проекта является получение новых знаний о физике генерации ориентационно-поляризационно-чувствительных фототоков в пленочных структурах на основе селена и меди, для разработки и создания быстродействующих анализаторов поляризации света, сенсоров знака циркулярной поляризации, а также для других применений в фотонике и оптоэлектронике. В ходе выполнения проекта также будут получены новые знания о физике взаимодействия лазерного излучения с полимерными пленками для синтеза лазерно-индуцированного пористого графена, применимого в различных областях электроники, в частности, для создания электродов микросуперконденсаторов. В ходе выполнения проекта будут созданы и испытаны макеты микросуперкондесаторов, работающих на эффекте двойного электрического слоя

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122071100024-4, 16.02.2022

МЕХАНИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Планируется проведение теоретических и экспериментальных исследований задач физики и механики твердых тел, цифровых и нано-технологий.

Актуальность работы обоснована необходимостью разработки эффективных аналитических методов решения прямых и обратных трехмерных задач математической физики. Многие реальные механические свойства материалов требуют описания с учетом наличия внутренних степеней свободы, такой моделью является модель микрополярной среды, развиваемый в проекте. Такие материалы имеются и среды объектов нанотехнологий, в частности, графен. Учет таких свойств и использование математического моделирования может привести к повышению эффективности в горных технологиях. Графен и подобные ему халькогениды переходных материалов, изучаемые в проекте, являются перспективными для применения в современной электронной элементной базе. Предлагаемые теоретические подходы могут быть основой новых принципов в конструировании цифровых устройств, в том числе электронного микроскопа с низкой энергией.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

№ 122030900063-2, 04.03.2022

НОВЫЕ ГИБРИДНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ ДИФЕНИЛАМИН-2-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ, ВЫСОКОПОРИСТОГО УГЛЕРОДА С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ ПОР И НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы материаловедения, связанной с созданием новых электродных материалов для накопителей энергии, обеспечивающих высокий уровень запасенной энергии (как в аккумуляторах) при высоких токах заряда-разряда (как в суперконденсаторах). На сегодняшний день наилучшие результаты достигаются в гибридных суперконденсаторах, где запасание энергии происходит по механизму электростатического заряжения двойного электрического слоя (двойнослойная емкость) и протекания быстрых и обратимых Фарадеевских реакций (псевдоемкость) на границе раздела электрод/электролит. Конкретная научная задача, которая будет решаться при выполнении проекта заключается в создании принципиально новых гибридных электродных материалов, включающих в своем составе редокс-полимеры дифениламин-2-карбоновой кислоты (ДФАК), электроактивный высокопористый углерод с иерархической структурой пор и удельной площадью поверхности, превышающей 2800 $м^2/г$, наночастицы оксидов металлов (Fe_3O_4) и восстановленного оксида графена (ВОГ), и обеспечивающих стабильную работу электрода в протонных и апротонных электролитах и достижение высокого уровня запасенной энергии при высоких зарядно-разрядных токах. В качестве высокопористого углеродного компонента гибридного материала выбран активированный ИК-пиролизованный полиакрилонитрил (ИК-ПАН-а), характеризующийся высокоразвитой поверхностью и собственной двойнослойной электрохимической емкостью.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ИМ. А.В. ТОПЧИЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122091900069-5, 16.09.2022

ФИЗИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ И ПЛЕНОК

Значительная часть материалов, используемых в науке и технике относится к кристаллическим телам, свойства которых определяются атомной структурой, а в случае тонких пленок также морфологическими характеристиками. В свою очередь эти и другие свойства зависят от технологических параметров получения таких кристаллических материалов. Т.о. изучение взаимосвязи структурных и морфологических

характеристик с параметрами процессов получения кристаллических материалов необходимо для выявления механизмов формирования их свойств и оптимизации этих свойств в соответствии с конкретными требованиями, определяемыми практическим использованием этих материалов, а также с выявлением фундаментальных механизмов такой взаимосвязи. В рамках данной работы исследования ведутся по следующим основным направлениям: – сследование возможности использования органических электродов на основе графена для изучения электрофизических свойств полимерных диэлектриков и сегнетоэлектриков; – изучение процессов формирования кристаллических углеродных материалов и установление закономерных связей между параметрами процесса формирования, структурными характеристиками и физическими свойствами материалов с алмазоподобной, графитоподобной и наноструктурированной формой; – изучение оптических и электронных свойств углеродных материалов и возможностей их практического применения; – – зучение возможности формирования двумерных кристаллических материалов дихалькогенидов переходных металлов посредством химического осаждения из газовой фазы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

№ 122080300081-7, 01.07.2022

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СТРЕЙНТРОНИКИ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР СЕМЕЙСТВА ГРАФЕНА

Научной проблемой, решаемой в проекте, является управление электронным строением, электрическими, магнитными, оптическими и другими свойствами нано- и гетероструктур с помощью механических напряжений. Актуальность этой проблемы обусловлена тем, что решение приоритетных проблем физики низкоразмерных структр невозможно без поиска новых материалов, обеспечивающих эффективное преобразование электромеханической энергии. Научная новизна запланированных исследований определяется использованием деформационных эффектов, создаваемых механическими напряжениями, для повышения эффективности управления электронным строением, электрическими, магнитными, оптическими и другими свойствами нано- и гетероструктур. В проекте предполагается решение следующих задач: – построить квантовую модель низкоразмерных структур семейства графена (дираковских структур) в напряженно-деформированном состоянии, учитывающей релятивистские поправки первого порядка (спин-орбитальное взаимодействие электронов), наличии примесей и полей пластических деформаций (дислокаций, дисклинаций); – разработать алгоритм численного моделирования управления электронным строением, электрическими и оптическими свойствами двумерных дираковских структур механическими напряжениями; – численно исследовать деформационные изменения электронного строения дираковских структур, рассчитать зависимости удельной электропроводности и эластопроводимости от величины относительной деформации, концентрации примесей и интенсивности полей пластических деформаций.

Масштаб и комплексность решаемых задач определяется возможностью объединения активно развивающейся стрейнтроники и калибровочной теории полей пластической деформации на основе совместного аналитического описания электромеханических процессов методом Кубо-Гринвуда. В рамках описанного подхода предполагается создать научную основу для оптимизации характеристик пьезорезистивных сенсоров, транзисторов, датчиков давления, активных лазерных затворов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122062400051-5, 21.06.2022

ЭФФЕКТ БЛИЗОСТИ В СИСТЕМЕ ГРАФЕН-ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ИЗОЛЯТОР

В данном проекте будет изучено проявление эффекта близости ТИ на основе соединений халькогенидов висмута (сурьмы) и графена. Основным индикатором эффекта близости ТИ и графена будет перестройка энергетического спектра, измеренного с помощью фотоэмиссионнного метода, изменение поведения магнетосопротивления и изменение значения подвижности. Для выделения эффекта близости в транспорте будут созданы гетероструктуры ТИ/графен, в которых состав ТИ будет подобран с целью закрепления уровня Ферми в запрещенной зоне. При сравнении температурных зависимостей проводимости чистого графена, пленок ТИ, выращенных на графене, пленок ТИ, выращенных на слюде, а также кристаллов ТИ будет определен механизм проводимости полученных структур, установлен вклад модифицированной эффектом близости границы графен/ТИ. При изучении проводимости рассматриваемых структур в магнитном поле будет установлена толщина пленки ТИ, при которой наблюдается существенный вклад топологически защищенных поверхностных состояний в магнетосопротивление, определен состав ТИ, при котором роль объема ТИ становится не существенной. Будет проведено исследование затворных характеристик рассматриваемых гетероструктур, установлено наличие точки Дирака, получены зависимости положения уровня Ферми от толщины пленки ТИ, ее состава, качества границы ТИ/графен.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122040600124-2, 11.02.2022

ФИЗИКА, ТЕХНОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРИЯ ДЕФЕКТОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ, ФОТОВОЛЬТАНИКИ И СЕНСОРИКИ

Целями научного исследования являются: Новые сложные оксиды d-металлов, термомеханические и электрохимические свойства которых позволят использовать их в качестве электродных материалов ТОТЭ и ТОЭлЭ. Поиск и исследования возможных мемристорных эффектов в многослойных структурах на основе этих материалов. Будут изучены возможности улучшения физических и физико-химических свойств нано структурированного графена путем синтеза гибридных структур графен-ультратонкие пленки различных полупроводников. Будет получена новая информация об атомной и электронной структуре нескольких низкоразмерных слоистых систем, представляющих интерес с фундаментальной и практической точек зрения (слои графена на поверхности карбида кремния, соединения Bi_2-$xInSe_3$ с различным содержанием индия, ультратонкие слои

металлов на вицинальных поверхностях Si(111), монокристаллы GeTe). Будут изучены особенности визуализации подрешеток атомов различной химической природы, а также дефектов кристаллической решетки в соединениях Bi_2-xInSe_3 и GeTe. Будут изучены особенности электронной структуры междоменных границ в слоях наноструктурированного графена, синтезированного на карбиде кремния.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА ИМЕНИ Ю.А. ОСИПЬЯНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122053100040-0, 27.05.2022

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ И ГЕНЕРАЦИЯ ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ПРИ КОНТАКТЕ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

При трении электрода (полупроводника или проводника) о поверхность полупроводника происходит генерация электрического тока. Данный процесс называется трибоэлектрическая генерация. Одним перспективным направлением является построение трибоэлектрических генераторов на базе 2D-материалов. В качестве слоёв для накопления трибоэлектрического заряда можно использовать диэлектрические (h-BN) либо полупроводниковые (MoS2, WS2) 2D-материалы, а в качестве контактных слоёв можно использовать графен. Использование 2D-материалов позволит создать миниатюрный, тонкий и гибкий трибоэлектрический наногенератор.

В рамках данного проекта будет исследовано влияние химического состава и толщины диэлектрических 2D-материалов (h-BN, MoS2, WS2) на знак и величину трибоэлектрического заряда. Будут построены трибоэлектрические ряды для 2D-материалов. Будет установлена взаимосвязь между величиной трибоэлектрического заряда и величиной работы выхода в 2D-материалах, что позволит уточнить механизм трибоэлектрической генерации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122032300453-1, 17.03.2022

ТЕОРИЯ КРАЕВЫХ ФОТОТОКОВ В ДВУМЕРНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Проект направлен на теоретическое исследование нелинейного транспорта и краевых фотогальванических эффектов в кристаллических системах с двумерным или одномерным электронным газом: графене, квантовых ямах, двумерных топологических изоляторах;

развитие методов теоретического описания таких систем, поиск и изучение новых явлений, связанных с транспортом краевых электронов. Благодаря развитию технологии в последнее время удалось синтезировать новые двумерные полупроводниковые системы, такие как графен, монослои дихалькогенидов переходных металлов, топологические изоляторы на основе квантовых ям HgTe/CdTe. Оптические и транспортные свойства этих систем определяются во многом наличием края и свойствами электронов, распространяющихся вблизи края структуры. В частности, в двумерных топологических изоляторах появляются одномерные краевые электронные каналы, устойчивые к немагнитному беспорядку. Свойства краевых электронов изучаются в основном методами линейного локального и нелокального транспорта, оптические методы применяются реже из-за большей экспериментальной сложности, однако позволяют извлечь информацию о спиновой структуре и особенностях электрон-фотонного взаимодействия для краевых электронов. В частности, фотогальваническая спектроскопия позволяет напрямую исследовать краевые электроны, поскольку вклад в фототок от объемных (двумерных) электронов либо запрещен высокой симметрией кристаллической решетки, либо имеет другую поляризационную зависимость. К настоящему времени теоретические модели оптических и фотогальванических эффектов для краевых электронов в двумерных системах недостаточно развиты; многие наблюдаемые в эксперименте эффекты не имеют детального теоретического описания, остаются непонятными механизмы генерации краевых фототоков. Работа над этими проблемами является целью данного проекта.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122031400654-4, 09.03.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СЛОИСТЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ

НИОКТР направлена на создание и изучение размерных эффектов и межслоевого взаимодействия в слоистых двумерных структурах на основе графена, сульфида вольфрама и сульфида молибдена, нитрида бора, а также графена и нанополос графена с помощью методов спектроскопии, измерений эффекта Холла и измерений вольт-амперных характеристик в конфигурации полевого транзистора. Разработка и реализация фотодетекторов на основе многокомпонентных слоистых структур.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122041800014-1, 14.04.2022

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОСИСТЕМ И НАНОМАТЕРИАЛОВ

В рамках задания строятся и численно реализуются математические модели перспективных наносистем и наноматериалов. Из первых принципов рассчитываются параметры модельных парных потенциалов для основных элементов периодической таблицы, используемых в современных нанотехнологиях – углерод, кремний, ряд металлов. С применением парных потенциалов разрабатываются математические модели структурных, оптических и термодинамических свойств кремниевых, углеродных и гибридных наноструктур (графен, фуллерены, углеродные нанотрубки и нановолокна, кремниевые нанопиллары, пористый кремний). Создаются новые 3D физико-топологические модели интегральных приборов, в том числе и на основе наноструктур. Разрабатываются новые экспериментальные методы исследования нанокомпозитных

материалов и методы цифровой автоматизации экспериментов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122031100372-0, 01.03.2022

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К ОПИСАНИЮ ТЕПЛОВОЙ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ В НОВЫХ НИЗКОДЕФЕКТНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы описания нестационарных тепловых процессов в низкоразмерных кристаллах Актуальность проекта обусловлена обнаруженными экспериментально аномальными тепловыми свойствами таких материалов. В частности, экспериментальные исследования последних лет показали, что распространение тепла в кристаллических материалах на нано- и микроуровне часто имеет баллистический (недиффузионный) характер. Данный факт открывает широкие перспективы практического использования наноматериалов при создании новых материалов с уникальными свойствами и устройств на их основе. В такой ситуации чрезвычайно актуальной является задача разработки математических моделей и программных средств для описания нестационарных тепловых процессов в наноструктурах, в которых характерное расстояние между единичными дефектами составляет более сотни нанометров. Научная новизна проекта заключается в развитии оригинального подхода, позволяющего получать и аналитически решать макроскопические уравнения нестационарного распространения тепла исходя из уравнений динамики решетки для бездефектных кристаллов в гармоническом приближении. Для учета влияния нелинейности и низкой концентрации дефектов на распространение тепла будет применяться компьютерное моделирование методом динамики частиц с использованием многопроцессорных вычислительных систем суперкомпьютерного центра «Политехнический» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Совместное использование оригинальных аналитических подходов, программных средств и многопроцессорных вычислительных систем обеспечит успешное выполнение проекта на мировом уровне. Разработанные аналитические методы и программные средства будут применяться для описания аномального распространения тепла в одномерных (карбин, нанотрубки, нанопроволоки, нановискеры, нанопроволоки), двумерных (силицен, графен, дисульфид молибдена, нитрид бора, дисульфид платины) и трехмерных (алмаз, кремний) низкодефектных кристаллах и наноструктурах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122032900032-2, 28.03.2022

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ И ЭФФЕКТЫ МАГНИТНОГО УПОРЯДОЧЕНИЯ В ТРАНСПОРТЕ В СИЛЬНО КОРРЕЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛАХ

При изготовлении пассивных элементов из высокоподвижных материалов (например, из графена и высокоподвижных квантовых ям), в них при очень малой плотности дефектов может быть реализован гидродинамический режим электрического транспорта из-за доминирующей роли межчастичных столкновений и формирования вязкой электронной жидкости. В связи с этим, в проекте планируется теоретически исследовать гидродинамический транспорт в поляризованной по спину вязкой электронной жидкости в двумерных высокоподвижных немагнитных материалах между ферромагнитными контактами. Планируется изучить, по каким механизмам инжектируемые из контактов поляризованные по спину электроны будут переноситься по гидродинамическим квазиодномерным каналам. Планируется разработать теорию, макроскопически описывающую распределения плотности спина и спинового тока в таких квазодномерных каналах с вязкой жидкостью. На основе построенной теории планируется определить оптимальную геометрию каналов для максимально эффективного переноса спиновой поляризации в таких системах. Наряду с изучением переноса спин-поляризованных электронов в вязкой электронной жидкости в гидродинамических квазиодномерных каналах, планируется изучить для неупорядоченных одномерных систем из локализованных спинов влияние электрон-фононного взаимодействия на обменное взаимодействие, которое в таких системах является основным источником спиновых корреляций. Будут исследованы системы с сильным беспорядком, в которых электрический транспорт носителей заряда носит активационный характер, то есть электронные состояния являются локализованными. Будет произведен расчёт зависимости величины косвенного обменного взаимодействия от температуры и других параметров.

На электрический транспорт в некоторых двумерных и трёхмерных материалах существенное влияние оказывают классические эффекты памяти за счет рассеяния на локализованных относительно крупных дефектах. К настоящему времени роль анизотропии поверхности Ферми в магнетосопротивлении в таких структурах не исследована. Анизотропия формы поверхности Ферми может привести к существенному изменению свойств и роли многократного рассеяния носителей на одном и том же рассеивателе (так называемых розеточных траекторий), а также к изменению числа электронов, не испытывающих столкновений с рассеивателями. Планируется исследовать эту проблему теоретически и рассчитать магнетосопротивление, возникающее от небольцмановских вкладов в ток от таких траекторий. Также планируется изучить эффекты памяти в транспорте в двумерных материалах со сложной зонной структурой и при наличии расщепления спиновых подзон за счёт стонеровского обменного взаимодействия.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122071100026-8, 11.07.2022

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГРАФЕНА И ДИНАМИЧЕСКОГО ПОТОКА ЖИДКОЙ СРЕДЫ

Настоящий проект посвящен исследованию процессов взаимодействие графена с различными типами жидких сред (полярные, неполярные жидкости) на различных подложках и развитию научных основ создания гидродинамических сенсоров на основе графена. Планируется экспериментальное и теоретическое исследование влияния типа подложки и жидкой среды на электронную структуру графенового слоя при различных внешних параметрах. Несмотря на значительные достижения в области графеновой «гидровольтаики», многие вопросы о механизме, лежащем в основе этого явления, остаются без ответа. Расхождение результатов, представленных

в научной литературе, а именно характер зависимости индуцируемого напряжения от скорости потока привело к появлению широкого спектра теоретических моделей, способных объяснить отдельно взятые экспериментальные данные. Существующие разногласия являются частью довольно сложного механизма взаимодействия графена с потоком жидкости, поэтому необходимо приложить все возможные усилия для получения более общего объяснения, которое соответствовало бы более широкому спектру экспериментальных результатов. В рамках настоящего проекта впервые будет исследовано влияние жидкостей на изменение ширины запрещенной зоны в графене, а также будет исследована чувствительность электрического сопротивления к сдвиговым течениям в жидкой среде.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116022610162-8, 17.02.2016

РАЗРАБОТКА И СИНТЕЗ НОВЫХ ВОДОРОД-АККУМУЛИРУЮЩИХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ MG-C С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ УГЛЕРОДА (ФУЛЛЕРИТ, ГРАФИТ, НАНОТРУБКИ)

Объектом исследований в работе являются нанокомпозиты на основе гидридообразующего магния с наноуглеродными компонентами – фуллерит и графит. Целью работы – поиск теоретических и экспериментальных подходов к созданию новых материалов-накопителей водорода на основе магния с использованием методов высокоэнергетической механоактивации в планетарной мельнице в различных средах (органические жидкости, газообразный водород) в присутствии углерода разной природы. А также установление какая из форм углерода (фуллерит, графит) в получаемых механосинтезированных нанокомпозитах Mg-C приводит к проявлению более высоких водородаккумулирующих свойств магния. В ходе выполнения работы будут применяться следующие методы: рентгеноструктурный анализ, растровая электронная микроскопия, ДСК, методы оптической спектроскопии (ИК-, УФ- КР-спектроскопии). При приготовлении объектов исследования -метод МС. Научные подходы при выполнении проекта заключаются в получении нанокомпозитов Mg-C и изучении закономерностей, механизмов структурно-фазовых превращений при формировании нанокомпозитов на всех стадиях механосинтеза в системах Mg-C с участием графита и фуллеритов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А16-116120810130-8, 25.11.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННО-ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИАМОНДОИДОВ НА СОРБЕНТАХ С 2D- И 3D-ТИПАМИ СТРУКТУРНОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы по определению, концентрированию и выделению из природных и синтетических смесей отдельных представителей класса полимантановых углеводородов (диамондоидов), интерес к которым обусловлен огромным разнообразием структур этих соединений, их необычными физико-химическими свойствами, высокой биологической активностью, а также важной ролью в решении различных задач теоретической и прикладной химии. В рамках проекта будут получены фундаментальные результаты по механизму сорбции молекул каркасного строения в хроматографических системах с 2D- и 3D-селекторами, оценены интервалы структурной селективности сорбентов, чувствительных к особенностям молекулярного строения диамондоидов, а также предложены новые аналитические решения по надежной идентификации и разделению отдельных представителей класса полимантанов в сложных по составу природных и синтетических матрицах. Выполнение проекта будет включать три этапа: 1) применение методов адсорбционной хроматографии на графитоподобных (2D-селективных) адсорбентах для разделения и идентификации отдельных представителей диамондоидов из нафтеновой фракции нефти; прогноз равновесных параметров адсорбции и величин хроматографического удерживания молекул каркасного строения на поверхности графита в рамках молекулярно-статистической теории адсорбции и кластерного квантово-химического подхода при расчёте полной энергии взаимодействия «каркасных сорбат-базисная грань графита»; 2) исследование комплексообразования «каркасная молекула – макроциклический лиганд» с последующей оценкой структурной селективности хроматографических фаз, содержащих различные по размеру 3D-полости; планируется раскрыть фундаментальную взаимосвязь между структурой углеводородов каркасного строения с характером их межмолекулярных взаимодействий с супрамолекулярными агентами; 3) разработка высокоэффективных аналитических решений по разделению, идентификации и концентрированию диамондоидов из сложных по составу матриц (нефть, газовые конденсаты, синтетические смеси).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116020350269-1, 12.01.2016

СИНТЕЗ КОМПОЗИТОВ ИЗ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ИХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Для получения композитов, имеющих перспективу использования в качестве электродных материалов псевдоконденсаторов, в настоящем проекте предполагается использовать графеновые материалы, полученные ультразвуковым диспергированием интеркалата графита с бромом и термоударом фторида графита. В качестве проводящего полимера будет использован полианилин (ПАн) и полипиррол (ППир), имеющие высокие значения зарядовой емкости (до 800 Ф/г), а так же характеризующиеся низкой стоимостью и экологической безопасностью.

Важную роль в обеспечении быстрой диффузии ионов электролита к поверхности композитного материала имеет размер и доступность пор, поэтому в проекте будет уделено большое внимание оптимизации параметров синтеза графенов с целью получения материалов с заданным средним размером пор (в зависимости от используемого электролита), узким распределением пор по диаметру и их высокой упорядоченностью. Структура углеродных наноматериалов будет исследована методами растровой электронной микроскопии (РЭМ) и просвечивающей

электронной микроскопии (ПЭМ), рентгеновской дифракции, по измерению изотерм сорбции-десорбции азота. Будут разработаны методики химического и электрохимического осаждения ПАн и ППир на поверхность углеродного наноматериала с целью обеспечения равномерного и однородного покрытия поверхности графеновых слоев и создания композитов с нетривиальной морфологией полимеров (например, игольчатые структуры). Одной из основных задач проекта является исследование структуры и химического состояния межфазной границы в композите и влияния углеродного темплата на эти характеристики. Композиты из углеродных наноматериалов и ПАн будут охарактеризованы методами Рамановской и ИК- спектроскопии, а также методами рентгеноэлектронной спектроскопии и рентгеновской спектроскопии поглощения. Методами циклической вольтамперометрии, заряд-разрядного циклирования и импедансметрии будут выполнены детальные исследования электрохимических характеристик композитов. Будут определены удельная емкость, мощность, стабильность, деградация материала, изучен электронный и ионный транспорт в псевдоконденсаторе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116090860082-1, 09.08.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Цель проекта – исследование огнестойкости композитного материала «жидкое стекло –микрочастицы графита» с применением метода испытания микрокомпозиции на огнестойкость для определения предельного состояния экспериментальных образцов при воздействии на них высоких температур. Для проведения исследований используется стендовое оборудование, которое включает в себя приборы учета температуры и времени, а также лабораторную электропечь ПЛ 20 с максимальной температурой в рабочей камере до 1250 ºС. Предел огнестойкости для опытных образцов композитного материала определяется по потере теплоизолирующей способности (I).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116012850115-1, 22.01.2016

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЛОТРОПНЫХ МОДИФИКАЦИЙ УГЛЕРОДА (АЛМАЗ, ГРАФИТ) ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПИКОСЕКУНДНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ

Проект направлен на экспериментальное изучение поведения такого уникального материала, как алмаз, и его аллотропной модификации – графита в условиях высоких динамических давлений, создаваемых ударной волной, инициируемой в исследуемой мишени лазерным импульсом пикосекундной длительности. При исследовании образцов из поли- и монокристаллических образцов, впервые были получены новые данные об их динамической механической прочности при скоростях деформирования величиной до 108 1/с. Кроме того было получено указание на то, что в области откола, являющейся результатом быстрого растяжения вещества, происходит фазовое превращение алмаза в графит. В ходе выполнения предлагаемого проекта предполагается получение новых экспериментальных данных о физических свойствах образцов из синтетического алмаза и графита при ударно волновом воздействии, обеспечивающем приближение к их предельной механической прочности. С этой целью при направленном изменении условий экспериментов (уменьшение толщин мишеней и увеличение амплитуды ударного воздействия) скорость деформирования может быть увеличена на порядок, что позволит достичь желаемого результата. Методом комбинационного рассеяния света предполагается изучение фазовых превращений углерода (алмаз-графит, графит-алмаз) в условиях высокоскоростного деформирования на лицевой и тыльной поверхностях мишеней. Результаты, которые предполагается получить в результате выполнения проекта, будут иметь, как фундаментальное значение, в частности, при создании широкодиапазонных полуэмпирических уравнений состояния алмаза и модификаций углерода, так и в области практического использования природных и синтетических алмазов и графита.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А17-117121950016-8, 28.11.2017

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХОДНЫХ ФОРМ УГЛЕРОДА И СИГНЕТОЭЛЕКТРИКА ДЛЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПЛЕНОЧНОГО И ОБЪЕМНОГО ТИПОВ

Исследовать физико-химические свойства гетерогенных композитов на основе переходных форм углерода и сегнетоэлектрика, выявить влияние дисперсности, агрегации и состава токопроводящей фазы на электрическую проводимость системы, установить основные закономерности формирования токопроводящей фазы. Основной подход создания функциональных моделей технологии переходных форм углерода – комплексный метод решения поставленной задачи, заключающийся в использовании накопленных знаний о строении гетерогенных композитов переходных форм углерода. Все методы могут быть классифицированы как статистические, молекулярно-кинетические, феноменологические, топологические. Указанные комплексные исследования реализованы на основе моделирования структуры и свойств переходных форм углерода, напряженных переходных форм углерода. Для решения поставленных задач на молекулярном, надмолекулярном уровнях моделируют и управляют физико-химическими процессами, химическими реакциями, протекающими в сложных углеродных системах, для чего необходимо изучить физико-химические процессы межфазного взаимодействия на поверхности и в объеме. Разработать составы электропроводящих композиционных материалов на основе титаната бария, карбоната кальция, природного мела и графита для нагревательных элементов в строительных конструкциях, обладающих безопасностью (низкие значения рабочего напряжения) при эксплуатации,

сравнительно низкой себестоимостью и стабильностью свойств при длительной эксплуатации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»

№ АААА-А17-117040610310-6, 17.03.2017

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ, РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИЗАЙНА ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ И СОЗДАНИЕ НА ЭТОЙ ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Тема No 48.19; Раздел V. «Химические науки и науки о материалах», подраздел 48 «Фундаментальные физико-химические исследования механизмов физиологических процессов и создание на их основе фармакологических веществ и лекарственных форм для лечения и профилактики социально значимых заболеваний» Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы. Экспериментальное определение составов фильтрующих сред, режимов фильтрации и удельной поглотительной емкости сорбента на основе модифицированного кислородсодержащего графита по отношению к природной микрофлоре воды. Исследование особенностей построения атомных моделей белков по данным нестационарного рассеяния, полученным на рентгеновских лазерах на свободных электронах. Учет искажений, вносимых процессами ионизации атомов образца. Изучение нанобиокомплексов, содержащих графеновую подложку с адсорбированными на неё биологически важными молекулами (белками, липидами, лекарствами, шаперонами, другими малыми молекулами). Изучение болевой чувствительности dHPro6-дерморфина (в тесте соматической боли) от температуры окружающей среды. Проведение биомедицинского скрининга потенциальных биологически активных соединений для тактики возможного «молекулярно-биохимического» лечения социально значимых патологий. Математическое и компьютерное моделирование сложных иерархических систем на примере складчатой полимерной глобулы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116051110107-4, 27.04.2016

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СИНТЕЗА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Объектами исследования являются соединения внедрения графита; модифицированные нано- и микроразмерные наполнители; композиционные покрытия, модифицированные углеродными нанотрубками. Цель работы – выбор оптимальных условий синтеза дисперсных наноматериалов, получение композиционных электрохимических покрытий и полимерных композиционных материалов на их основе и исследование их функциональных свойств, создания научного задела в области адсорбции органических соединений из различных растворителей. Ожидаемые результаты НИР: будут предложены методы расчета изотерм адсорбции на микропористых активных углях методом гетерофазной молекулярной динамики; созданы новые полимерные композиционные материалы, обладающими улучшенными физико-химическими и механическими свойствами.

Разработчик: ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ АААА-А17-117052210018-8, 16.05.2017

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ С КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ: СИНТЕЗ, ФРИКЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, РАСЧЕТ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Теоретически и экспериментально изучить физико-химический процесс микроплазменного формирования керамического композиционного слоя с заданными физико-механическими характеристиками на поверхности вентильных металлов. Разработать принципиальные основы технологического процесса получения новых конструкционных материалов с нанодисперсной фазой из углеродных материалов – фуллерена, алмаза, графита или, при необходимости других интеркалированных материалов со слоистой структурой. Провести испытания разработанных материалов на трение и износ для выявления их специфических особенностей и раскрытие сущности процессов на фрикционном контакте. Разработать основы математической модели фрикционного контакта шероховатой поверхности композита в случаях упругого-пластического деформирования и хрупкого разрушения с целью получения аналитической зависимости для расчета основных триботехнических характеристик узлов трения с композиционным самосмазывающимся покрытием. Создать базу знаний, направленную на оптимизацию режимов получения и последующую эксплуатацию трибоузлов из композиционного керамического антифрикционного материала, исходя из требований, предъявляемых к условиям эксплуатации. Определить наиболее перспективные направления рационального применения покрытий на машиностроительных и других предприятиях Тверского региона.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117040710150-7, 20.03.2017

ФОТОАКТИВНЫЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ДОПИРОВАННЫЕ ОКТАЭДРИЧЕСКИМИ КЛАСТЕРНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Целью данного фундаментального исследования является получение и всестороннее изучение новых фотоактивных материалов на основе неорганических матриц-носителей, допированных октаэдрическими кластерными комплексами молибдена, вольфрама и рения. В качестве основных неорганических матриц-носителей выбраны такие неорганические соединения как диоксиды кремния и титана, гидрокси- и хлорапатиты, модифицированный гексагональный BN, содержащий функциональ-

ные ОН-группы, а также оксид и оксифторид графита. Все полученные материалы будут детально характеризованы, включая подробное изучение их фотофизических свойств, таких как люминесценция, оптическое поглощение, а также эффективность генерации активных форм кислорода (АФК). Наряду с определением фотофизических характеристик будут изучены их электрохимические свойства, такие как способность к окислению/восстановлению, степень обратимости процесса переноса электронов, будут получены значения redox потенциалов и электропроводности. Для наиболее фотоактивных материалов будут детально изучены их фотокаталитические свойства, такие как скорость и порядок фотокаталитической реакции разложения органических красителей в зависимости от длины волны и интенсивности светового излучения. Кроме того, полученные материалы будут апробированы на предмет фотокаталитической активности разложения воды. В свою очередь, для наноразмерных материалов будут изучены токсические (включая фототоксические) показатели на перевиваемых клеточных культурах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117030310126-7, 11.02.2017

ТЕРМОДИНАМИКА МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ С 2D- И 3D-ТИПАМИ СТРУКТУРНОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ

Проект направлен на комплексное исследование термодинамики межмолекулярных взаимодействий и сорбционно-хроматографических свойств органических соединений различной геометрии и функциональности в системах с 2D- и 3D-типами структурной селективности (двумерные системы на основе аллотропных модификаций углерода и трехмерные ассоциаты с участием супрамолекулярных агентов- циклодекстринов, краун-эфиров и т.п.) в растворе и на поверхности твердого тела в условиях равновесной газовой и жидкостной хроматографии. Иммобилизация макроциклических лигандов в состав сорбционных хроматографических систем позволит исследовать влияние внешних факторов, химического состава среды, а также природы лиганда на селективность связывания и устойчивость образующихся межмолекулярных ассоциатов типа «гость-хозяин». Важное место в проекте занимает разработка эффективных алгоритмов компьютерного моделирования и расчета энергетических характеристик сложных межмолекулярных взаимодействий, включающих образование комплексов включения с участием макроциклов различного диаметра, а также исследование адсорбции молекул различной геометрии на плоской поверхности графита и его аналогов. Особое внимание в проекте уделяется термодинамическому обоснованиюфеномена «структурной селективности» различных 2D- и 3D-сорбентов, изучению механизмов молекулярного распознавания и эффектов «самоорганизации» с участием супрамолекулярных лигандов с объемными молекулами каркасного строения (производные адамантана и их структурные аналоги), синтетическая химия которых получила особую популярность в связи с необходимостью направленного синтеза и функционального модифицирования прекурсоров для различных областей современной наноиндустрии. Заключительным этапом проекта является разработка физико-химических основ получения новых высокоселективных сорбционных систем для различных вариантов хроматографии, экстракции и др.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117041250011-1, 29.03.2017

НОВЫЕ МИКРО- И НАНОУСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ СИЛЬНОКОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

Целью данного проекта является разработка микро- и наноэлектронных устройств на основе уникальных низкоразмерных систем – чистых двумерных систем электронов, локализованных на поверхности жидкого гелия. Другие примеры подобных объектов – электронный газ на гетероинтерфейсе оксидов $LaAlO_3/SrTiO_3$, электроны на дефектных плоскостях в пиролитическом графите, низкоразмерный электронный газ в двумерном полупроводнике MoS_2 и др. Структуры, полученные на основе перечисленных систем и электронные состояния в них, предоставляют уникальные объекты исследований классических и квантовомеханических явлений, а также область их кроссовера. В ходе выполнения проекта предполагается решить задачи создания новых микроэлектронных устройств с использованием уникальных свойств перечисленных систем на основе компьютерного дизайна новых материалов с заранее заданными свойствами и проведения комплексных исследований ряда оксидных соединений и гетероструктур с сильными электронными корреляциями. Предполагается создание микроэлектронного устройства, позволяющего получить связанное состояние одиночного электрона с резонансным излучением в микро- и миллиметровом диапазоне длин волн. В результате будет создана технология управления состоянием одиночного электрона в резонаторе микро- и миллиметрового диапазона длин волн как объекта квантовой электродинамики.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117031050035-0, 01.03.2017

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МЕЗО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭФФЕКТАМИ МОЛЕКУЛЯРНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ; РАЗРАБОТКА НА ИХ ОСНОВЕ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОРБЦИОННЫХ, РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ, КАТАЛИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Проект направлен на решение научного вопроса, связанного с регулированием физико-химических свойств композиционных мезо- и наноструктурированных систем за счет самоорганизации в объемной фазе или управляемой послойной сборки на твердой поверхности. Целью работы по проекту является установление фундаментальных основ взаимосвязи «состав-структура-свойство» новых композиционных наноструктурированных и мезопористых материалов, полученных формированием на поверхности

твердого тела моно-, би- и мультислойных планарных структур и тонких фазовых пленок из функциональных молекул (хиральные макроциклы, мезогены, макромолекулы, органические соли) и/или наночастиц; исследование сорбционных, разделительных, каталитических свойств и способности к инклюзионному и поверхностному комплексообразованию вышеуказанных материалов. Актуальность работы связана с необходимостью разработки фундаментальных принципов конструирования «умных» композиционных материалов с принципиально новыми свойствами. Ожидаемыми результатами проекта являются разработанные методики синтеза новых функциональных композиционных мезо- и наноструктурированных материалов; впервые полученные результаты компьютерного моделирования адсорбционных комплексов производных ароматических гетероциклов на графите в вакууме и в водно-органической среде; массив экспериментальных данных по адсорбционным, каталитическим, комплексообразующим свойствам двумерных систем на основе хиральных макроциклов, полимеров, жидких кристаллов и наночастиц, сформированных на поверхностях твердых тел различной природы; массив экспериментальных данных по термодинамическим характеристикам сорбции и комплексообразования органических соединений с циклодекстрином и его производными в водных и органических средах, полученными методами газовой хроматографии, парофазного анализа, тонкослойной хроматографии и капиллярного электрофореза. Выполнение проекта является значимым для физической и супрамолекулярной химии высокоорганизованных объемных и планарных систем с использованием функциональных молекул и наночастиц. Полученные фундаментальные результаты будут востребованы для ряда областей (химия, нефтехимия, нефтедобыча, биомедицина, фармацевтика).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА»

№ АААА-А17-117032750220-0, 02.03.2017

НОВЫЕ ПОРИСТЫЕ ПИРОУГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФЕРРОЦЕНСОДЕРЖАЩИХ ФТОРИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРОВ И СОПОЛИМЕРОВ

Будут получены пористые пироуглеродные материалы, включающие, наряду с графитом, железосодержащие наночастицы и обладающие поглощением длин волн различных диапазонов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИМ. А.Н.НЕСМЕЯНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117121120052-3, 29.11.2017

ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР

Моделирование процесса силицирования биоуглеродных матриц и искусственных пористых графитов. Разработка методики прогнозирования плотности и фазового состава SiC-Si-C керамических материалов, полученных силицированием углеродных матриц. Получение и испытания керамических SiC-Si-C изделий сложной формы. Проведение оценок сложности перебора ключей, генерируемых в системах квантовой, для использования в алгоритмах шифрования, оценок предельной дальности передачи ключей в волоконных системах квантовой криптографии для протоколов с реперными состояниями. Исследование возможности использования ключей, получаемых в системах квантовой криптографии, для использования их в режиме одноразового блокнота и необходимые критерии для такого использования. Разработка новых типов активных имплантов на основе профилированных кристаллов сапфира, обладающих хорошей биосовместимостью с различными типами биотканей. Будет разрабатываться сапфировые импланты для пролонгированной спектральной диагностики и фотодинамической терапии глиом мозга и дентальные импланты с возможностью создания локального светового поля в заданной окрестности имплантата для повышения остеоинтеграции. Изучить влияние высокотемпературных капиллярных явлений на процессы формирования микроструктуры при аддитивном производстве металлических изделий. Изучить влияние одномерных и двумерных дефектов на механизмы фазовых превращений, стимулированных интенсивной пластической деформаций. Разработка структуры и лабораторной технологии получения оксидных волокон, обеспечивающих торможение макротрещины в композитах с хрупкой матрицей. Исследование, на примере TiAl-матрицы, структуры трещиностойкого композита и возможных технологий получения такого типа оксид- TiAl композитов. Исследование прочности и крипостойкости оксид-TiAl композитов при температурах до 850oC, трещиностойкости и чувствительности к деффектам при комнатой температуре. Исследование возможностей использования разработанной методологии в композитах с иными интерметаллидами (например, NiAl, Nb3Al). Изучение особенностей электронного транспорта и структуры магнитного потока в высокотемпературных, органических сверхпроводниках и гибридных сверхпроводниковых структурах. Реализация и исследование оксидных интерфейсов с сильными электронными корреляциями для получения новых сверхпроводников и переключающих элементов. Будут исследованы процессы формирования фазового и структурного состояния искусственных композитов (многослойные композиты типа тугоплавкий металл – упрочняющая фаза на основе тугоплавких интерметаллидов, карбидов, силицидов) изучены их механические свойства и естественных композитов (композиты типа тугоплавкий металл – упрочняющая фаза на основе тугоплавких интерметаллидов, карбидов, силицидов), получаемых методами механоактивации и направленной кристаллизации. Будет исследовано влияние параметров технологических приемов получения образцов: диффузионная сварка, вакуумная прокатка и прокатка на воздухе, термообработка, направленная кристаллизация, механоактиваци, компактирование и спекание на структуру и свойства новых жаропрочных материалов. Исследование атомной и электронной структуры низкоразмерных объектов с уникальными свойствами на поверхностях полупроводников диэлектриков и металлов с использованием сканирующей зондовой микроскопии и электронной спектроскопии. Изучение корреляции физических свойств с атомной и электронной структурой

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117063020003-9, 19.06.2017

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ГРАНУЛ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ГРАФИТ

Настоящий проект направлен на определение и установление взаимосвязи режимных параметров механосинтеза с размером, морфологией, структурно-фазовым составом, физико-механическими и трибологическими свойствами формирующихся объемных наноструктурированных композиционных гранул, содержащих нанокристаллический графит. Составными частями исследований являются: разработка методики получения (механосинтеза) объемных наноструктурированных композиционных гранул, содержащих нанокристаллический графит; выявление влияния режимных параметров механосинтеза на размер, морфологию и объемную долю пор в формирующихся гранулах; изучение эволюции структуры матричного материала и наполнителя в процессе механосинтеза; исследование физико-механических и трибологических свойств формирующихся гранул; разработка рекомендаций по практическому применению объемных наноструктурированных композиционных гранул, содержащий нанокристаллический графит.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЕКСАНДРА ГРИГОРЬЕВИЧА И НИКОЛАЯ ГРИГОРЬЕВИЧА СТОЛЕТОВЫХ»

№ АААА-А17-117101140021-5, 08.09.2017

УСТОЙЧИВОСТЬ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ СТРУКТУР ФОСФОРЕН, MOS_2 И SNS_2,

Методом молекулярной динамики будут изучены устойчивость и физические свойства двумерных структур (фосфорен, MoS_2 и SnS_2) на различных подложках (алмаз, графит, кремний) в диапазоне температур 250–550 К. Будут установлены структурные (на основе построения многогранников Вороного) и кинетические (по коэффициентам самодиффузии) изменений в двумерных пленках, находящихся на подложках. С использованием методов теории функционала плотности будет определена зонная структура двумерных материалов, энергия связи пленки и подложки, установлена температурная зависимость этой характеристики.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118022790042-6, 24.02.2018

НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСЛОЙНОМУ АНАЛИЗУ ФАЗОВОГО СОСТАВА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ВИМС

Проект направлен на развитие научных основ метода времяпролетной вторично-ионной масс-спектрометрии (ВИМС) при анализе углеродсодержащих материалов: алмаза, графита или аморфного углерода. Элементный состав этих структур совпадает, они отличаются типом химической связи атомов и фазовым составом. В проекте поставлена фундаментальная задача изучения формирования масс-спектра вторичных ионов для структур с разными фазами углерода и разработки нового подхода фазового анализа углеродсодержащих материалов методом ВИМС. Будут измерены характерные линии или серии линий кластерных вторичных ионов в масс-спектрах ВИМС, соответствующие sp2 и sp3 связям углерода и разработан алгоритм обработки масс-спектра, позволяющий получать математическую формулировку для зависимости интенсивности вторичных ионов от отношения количества sp2/sp3 связей. В новом режиме ВИМС анализа будут проведены первые исследования элементного и фазового анализа структуры контактов металла к пленкам монокристаллического алмаза с разными вариантами формирования омических контактов. Поставленная задача ориентирована в первую очередь для анализа углеродсодержащих материалов, составляющих основу алмазной полупроводниковой электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118040590096-5, 03.04.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ ФАЗ И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОКСИД ГРАФИТА – ПОЛЯРНЫЙ РАСТВОРИТЕЛЬ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА ЭПР

Материалы на основе оксида графита (ОГ) требуют проведения исследований их физико-химических свойств. Проект направлен на применение метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) для изучения оксида графита. Поставлены задачи: – поиск фазовых переходов для ОГ в полярных растворителях; – определение состояния сорбированной полярной жидкости; – получение характеристики упорядоченности слоев в графитовых материалах; – аттестации порошков и мембран ОГ. Результаты проекта послужат основой для построения моделей набухших структур ОГ, и моделей, описывающих диффузию молекул сквозь мембраны ОГ.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А18-118112290041-2, 16.11.2018

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ SP2-SP3 РЕГИБРИДИЗАЦИИ УГЛЕРОДА НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОАЛМАЗОВ

Как хорошо известно, многообразие аллотропных модификаций углерода определяется возможностью различной гибридизации электронных оболочек: линейной – sp, плоской («графеновой» – sp2) и объемной («алмазной» – sp3). При этом электронные и оптические свойства этих модификаций принципиально различны. Алмаз – диэлектрический прозрачный материал, графит – полуметалл, интенсивно поглощающий свет. Классический переход между фазами sp2 и sp3 происходит при синтезе алмаза из графита, а обратный – при термической графитизации алмаза. Подобный фазовый переход в макроскопических объемах требует существенной энергии активации. Исследования показали, что при переходе к наномасштабу энергетический барьер для фазового перехода существенно снижается. Однако в

масштабах наночастиц сами фазы перестают существовать в виде протяженных областей, а фазовый переход представляет собой регибридизацию атомных орбиталей углерода. При этом очевидно, что должны происходить существенные изменения оптических и электронных свойств материалов, сформированных из подобных частиц. Подобную sp2-sp3 регибридизацию возможно осуществить в частицах детонационного наноалмаза с максимумом распределения по размерам около 5 нм. Проект направлен на теоретические и экспериментальные исследования электронных и оптических свойств структур на основе алмазных наночастиц при изменении доли sp2 и sp3 гибридизованного углерода в их составе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119030590034-7, 01.03.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ФАКТОРОВ И ОСНОВНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ И ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ВБЛИЗИ ИДЕАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ И В МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ. РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРИНЦИПОВ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Планируется проведение комплекса экспериментальных и теоретических исследований.

В результате работы будут разработаны практические рекомендации по получению механоактивированных композитов на основе металлов и окислителей с заданными скоростями энерговыделения при различных способах инициирования. Будут проведены исследования устойчивости метастабильного алмаза к воздействию сверхвысоких температур и механических напряжений, а также двойственного характера поведения алмаза при высокоэнергетических воздействиях как кристалла и жестко сшитого полимера. Планируется провести классификацию форм и конформаций макромолекул, образующихся при высокотемпературном растяжении алмаза по результатам эксперимента. Будет выполнен анализ колец и цепочек в структуре алмаза при растяжении вблизи границы устойчивости по результатам молекулярно-динамического моделирования. Будут сопоставлены данные эксперимента и результаты моделирования и сделан вывод о наличии и существенности проявления двойственной природы алмаза, как кристалла и полимера. Экспериментально будут установлены формы роста графита при «взрывной» графитизации алмаза. Путем моделирования будет установлен характер связей и свойства углеродных алмазо-графеноподобных форм из двух атомных слоев, получаемых при разрыве и перестроении связей между атомными плоскостями в результате «взрывной» графитизации алмаза. Будут проведены расчеты точечных дефектов и дислокаций на основе первопринципных подходов и созданы многомасштабные модели их деформации, разрушения и плавления, учитывающие особенности динамики дефектной подсистемы. Будут получены и проанализированы двухчастичные корреляторы движения в области перехода жидкость – аморфное состояние в однокомпонентной жидкости как результаты численного моделирования. Будут получены результаты численного моделирования для корреляторов движения в бинарных жидкостях в переохлажденной области. Будет проведено физическое моделирование внешних электрических, электромагнитных, флюидных, динамических и тепловых воздействий на деформационные процессы в земной коре, включая моделирование процессов подготовки и инициирования землетрясений на пружинно-блочных моделях, имитирующих сейсмогенный разлом в земной коре, и на специализированном прессе, обеспечивающем одно- и двухосное медленное контролируемое деформирование образцов горных пород. Будет проведена модернизация измерительного оборудования с целью получения комплекса экспериментальных данных. Будет проведено физическое моделирование влияния миграции флюида в межблочную контактную зону на ее деформирование и инициирование лабораторного «землетрясения» на пружинно-блочных моделях. Будут получены результаты экспериментальных исследований влияния нагрева межблочной контактной зоны, имитирующей сейсмогенный разлом. Будут получены результаты экспериментальных исследований нуклеации очагов акустической эмиссии и их миграции по мере нарастания сдвиговых напряжений вплоть до критического значения, при котором происходит динамический срыв подвижного блока (лабораторное «землетрясение»).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119022290093-2, 22.02.2019

МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ В СЛОИСТЫХ ПРОВОДНИКАХ С СИЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ КОРРЕЛЯЦИЯМИ

Проект направлен на теоретическое изучение электронных свойств в сильно анизотропных слоистых проводниках. Слоистые проводники образуют широкий класс соединений и структур с уникальными физическими свойствами и перспективными применениями. Они включают в себя все высокотемпературные сверхпроводники, органические металлы, гетероструктуры, интеркалированный графит, слоистые манганиты и многие другие, характеризующиеся высокой анизотропией и сильными электронными корреляциями. Угловые и квантовые осцилляции магнитосопротивления позволяют извлекать геометрию поверхности Ферми, закон дисперсии электронов, их эффективную массу, форму и уширение электронных уровней, электронный g-фактор и другую полезную информацию из эксперимента. Анизотропия проводимости также рассказывает об электронной структуре, об анизотропии параметра порядка и его температурной зависимости. Чтобы извлечь и проанализировать эту информацию, необходимо надежное теоретическое описание этих явлений, которое является предметом этого проекта. В слоистых соединениях эти эффекты имеют несколько новых качественных черт, не описываемых стандартными теориями, для которых нужно специальное теоретическое исследование. Участники проекта имеют длительное и плодотворное сотрудничество с несколькими экспериментальными группами, которое будет продолжено в рамках этого проекта и ускорит применение полученных результатов для описания реальных экспериментов. Задачи проекта важны, актуальны и

реализуемы, учитывая большой научный задел команды проекта в этой области.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Л.Д. ЛАНДАУ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120121190112-7, 09.12.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОТОЧЕК СЛОИСТЫХ КРИСТАЛЛОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В МАТРИЦАХ МЕЗОПОРИСТОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Проект направлен на исследование фотофизических свойств и особенностей электронных излучающих состояний в наноточках слоистых кристаллов. Являясь промежуточным звеном между отдельными атомами и молекулами и объемным твердым телом, наноточки обладают уникальными свойствами, которые, зачастую, значительно отличаются как от свойств формирующих их молекул, так и от свойств твердых тел. Фундаментальный интерес состоит в том, в какой степени уникальная структура слоистых кристаллов сохраняется и отражается в физических, в первую очередь, фотофизических свойствах наноточек на основе этих материалов. Модельными объектами исследований выбраны наноточки слоистых кристаллов разного типа: полупроводников (HgI2, MoS2) и полуметалла (графит), а также нанокомпозитов на их основе. В рамках проекта планируется комплексное спектроскопическое исследование фотофизических, в первую очередь, люминесцентных, свойств наноточек слоистых кристаллов, изучение зависимости фотолюминесценции наноточек от внешних факторов (температуры, энергии возбуждения и т.д.), исследование влияния особенностей синтеза и окружающей среды (ее состава, агрегатного состояния) на люминесцентные свойства наноточек. Предполагается, что в результате проведенных исследований будут установлены существенные для фотолюминесценции особенности электронной структуры исследованных наноточек, природа и свойства соответствующих электронных состояний и определена роль слоистой структуры материалов в их формировании, определены возможные технологические пути улучшения люминесцентных свойств наноточек исследованных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120061890079-5, 18.06.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВ ВТОРИЧНЫХ СТРУКТУР НА ЛЕГИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЯХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Широкое распространение покрытий на основе углерода объясняется как их свойствами, такими как химическая инертность и биосовместимость, так и возможностью за счет выбора технологии нанесения и различного типа добавок обеспечивать необходимые механические свойства и степень сцепления с подложкой. В области трибологии используются как износостойкие алмазоподобные покрытия (DLC), так и покрытия на основе графита, обеспечивающие низкие значения коэффициента трения в паре с различными контртелами в условиях сухого трения. Лучшие образцы покрытий сочетают в себе высокую износостойкость и антифрикционные свойства, что в большинстве случаев объясняется присутствием на поверхности различных аллотропных форм углерода и образованием на поверхности в процессе трения пленки, свойства которой отличаются от свойств основного материала покрытия, так называемые вторичные структуры (ВС). Целью Проекта является выявление фундаментальных закономерностей образования и эволюции вторичных структур на поверхности легированного углеродного покрытия в условиях сухого трения, обеспечивающих повышение триботехнических характеристик пары трения. Для этого планируется решить следующие задачи: – отработать технологию получения композитных углеродных покрытий триботехнического назначения, содержащих легирующие элементы (титан, хром, молибден и т.д.); – осуществить научно-обоснованный подбор состава покрытия, обеспечивающий высокую адгезию покрытия к подложке и образование ВС, выполняющих функцию твердой смазки в условиях сухого трения скольжения; – определить трибохарактеристики трибопленки: коэффициент трения, микрогеометрия поверхности, толщина, твердость, модуль упругости, фазовый и химический состав с помощью зондовых методов (АСМ), наноиндентирования, сканирующей электронной микроскопии и рентгеноспектрального анализа; – установить корреляции между параметрами синтеза покрытий, условиями трения, с одной стороны, и трибомеханическими характеристиками покрытий, с другой стороны; – дать научное объяснение этим корреляциям; – разработать и реализовать теоретические подходы к анализу трибомеханических характеристик ВС; – разработать рекомендации по составу и технологии получения композитных углеродных покрытий, обеспечивающих их высокие трибохарактеристики в условиях сухого трения. Для получения углеродных покрытий с варьированием состава легирующих элементов будет использован современный метод осаждения углеродных покрытий с помощью лазерной абляции (Pulse laser deposition, PLD) с возможностью со-осаждения легирующих элементов (титан, хром, молибден и т.д.) импульсным дуговым разрядом (Laser arc PVD).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕХАНИКИ ИМ. А.Ю. ИШЛИНСКОГО РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120062590074-0, 25.06.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы описания процесса распространения второго звука в твердых телах на микро- и наноуровне. Экспериментальные данные, полученные в последние годы, показали, что второй звук может наблюдаться в твердых телах на масштабах до нескольких микрометров и при температурах до сотен кельвинов. Ключевой особенностью настоящего проекта является мультидисциплинарность и использование подходов из различных разделов физики, включающий разработку научных основ получения композитных материалов на основе системы «алюминий-графен (Al-Gr)», подвергаемой обработке интенсивной пластической деформацией, с высокими механическими характеристиками для дальнейших практических приложений промышленности. В частности, для исследования второго звука будет использоваться описание на основе точного решения уравнений динамики кристаллической решетки, ковариационного анализа и методов молекулярно-кинетической теории, а также компьютерное моделирование методом молекулярной динамики. Соче-

тание различных методов позволит разработать новые программы для корректного моделирования второго звука в твердых телах на микро- и наноуровне. Реализация проекта позволит разработать новые принципы отвода тепла на микроуровне и тем самым существенно повысить производительность существующей вычислительной техники. В рамках проекта планируется разработка математических моделей и соответствующих программных средств для корректного описания волновых процессов переноса тепла в твердых телах. Разработать теоретические модели деформации и разрушения композитов, рассчитать оптимальные параметры структуры, при которых они могут проявлять высокую прочность в сочетании с хорошей пластичностью и трещиностойкостью, синтезировать композиты с алюминиевой матрицей и экспериментально исследовать их структуру и механические свойства. Полученные модели и численные результаты будут апробированы на основе экспериментальных данных, полученных при лазерном воздействии на поликристаллический графит, разработанные программы могут быть использованы при моделировании технологий охлаждения с использованием явления второго звука.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

№ АААА-А20-120083190010-7, 21.07.2020

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ И МЕТОДОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ НИХ

Целью проекта является разработка основ многоуровневого моделирования и эмпирических подходов и методов анализа неупругого деформирования, разрушения и прогнозирования физико-механических свойств структурно-неоднородных материалов на основе современных аналитических, экспериментальных и вычислительных методов механики. В частности, в рамках проекта планируется: – получение новых фундаментальных данных о процессах деформирования и разрушения конструкционных материалов в условиях сложных циклических механических воздействий на основе развития методик экспериментальных исследований при совместном использовании современного испытательного и диагностического оборудования; – создание моделей для описания механического поведения случайных и упорядоченных структурно-неоднородных сред на основе детального анализа морфологии и микроструктуры, а также физических механизмов деформирования и разрушения материалов и изделий из них; – усовершенствование существующих конститутивных моделей металлов и сплавов, способных описывать эволюцию микро- и мезоструктуры материалов при различных термомеханических воздействиях и ее влияние на эффективные макроскопические свойства; – построение новых дискретных и континуальных моделей углеродных материалов для решения задач проектирования и мониторинга состояния при эксплуатации интеллектуальных уплотнительных элементов на основе терморасширенного графита (ТРГ) и оптоволокна; – физическое и математическое моделирование пропантного гидроразрыва пласта карбонатных пород.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121030500104-7, 25.02.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ГРАФИТИРОВАННЫХ И УГЛЕРОД-КАРБИДОКРЕМНИЕВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из наиболее перспективных направлений в современном материаловедении являются исследования особенностей формирования структуры углеродных материалов, в частности, искусственных графитированных материалов и силицированных графитов, являющиеся основой при создании широкого спектра композитов. Проект направлен на решение фундаментальной проблемы – установление закономерностей преобразований наноструктуры углеродсодержащих материалов в процессе термического воздействия при высоких температурах и длительного механического диспергирования графита, а также закономерностей формирования пространственной структуры силицированных графитов с целью получения научной информации по оптимизации направленного синтеза новых материалов на основе углерода и совершенствования технологий. Конкретные задачи сводятся к исследованию последовательности структурных преобразований углеродного материала как в процессе высокотемпературной перекристаллизации, сопровождающейся формированием кристаллов графита, так и при обратном переходе структуры графита в структуру так называемого рентгеноаморфного материала во время длительной «аморфизации» (механического диспергирования). Новизна исследования обусловлена применением комплекса оборудования для наработки опытных партий графитированных углеродных материалов и длительного диспергирования природного графита, выполнением диагностики тонкой структуры углеродных материалов взаимодополняющими методами исследования, включающими рентгеноструктурный анализ, растровую электронную микроскопию, новыми подходами к обработке получаемой научной информации. Новые научные данные о влиянии режимов получения на закономерности изменения тонкой структуры, определяющей свойства углеродных материалов, могут быть востребованы при оптимизации технологического процесса получения графитированных материалов и углерод – карбидокремниевых композиционных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121081600074-4, 16.08.2021

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОДХОДОВ В ПОВЫШЕНИИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С CVD АЛМАЗНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Как известно, поликристаллические алмазные покрытия, осаждаемые по технологии CVD (т.е. осаждаемые из газовой фазы) являются отдельным уникальным классом покрытий,

совокупность свойств (высочайшие твердость, износостойкость, теплопроводность и химическая инертность и др.) которых недостижима для любого другого известного материала. Одним из наиболее востребованных областей применения данных покрытий является их нанесение на режущий инструмент (резцы, сверла, фрезы и т.п.) с целью увеличения ресурса его работы и повышения эксплуатационных характеристик. В настоящем проекте предлагается разработка новых подслоев с необходимыми барьерными свойствами (блокирование диффузии углерода в подложку) и высокоразвитой поверхностью для наилучшего сцепления с алмазным слоем. Основой данных подслоев станут гетероструктурные тонкие пленки с вытравливаемой фазой, а также GLAD пленки, которые уже с успехом применяются в других областях для получения высокоразвитых поверхностей. В части оптимизации микроструктуры алмазных покрытий предлагается проведение системных исследований зависимости их физико-механических свойств от микроструктуры. Сопоставление свойств микро- и ультрананокристаллических, а также их многослойных комбинаций даст представление о направлении и механизме оптимизации микроструктуры покрытий на режущем инструменте. Также предлагается разработка нового типа углеродного покрытия – композита на основе поликристаллического алмаза, армированного углеродными нанотрубками, которое благодаря исключительным механическим характеристикам нанотрубок и высокой износостойкости алмаза, потенциально позволит создать покрытие с уникальной трещинностойкостью и более высокой (чем у обычных CVD алмазных покрытий) износостойкостью.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121122800104-6, 22.12.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В рамках выполнения проекта будут установлены зависимости газопроницаемости материалов от условий получения, эксплуатации, воздействия уплотняемых сред и изменения газопроницаемости во времени; созданы новые уплотнительные материалы на основе терморасширенного графита и на основе волокон в полимерной матрице; создана экспериментальная и методическая базы для проведения фундаментальных исследований высокого уровня в области газопроницаемости материалов в лаборатории.

Данные результаты позволят сформировать основу для прикладных НИОКР в области создания технологий и оборудования для получения и испытаний новых уплотнительных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122121400042-7, 10.12.2022

ИЗУЧЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ТЕРМОРАСШИРЯЮЩИМСЯ ГРАФИТОМ НА КРЕМНЕЗЕМНОЙ ОСНОВЕ

Цель исследования – изучение композитных составов эффективных огнезащитных покрытий с терморасширяющимся графитом и средств защиты в условиях лесных пожаров на основе анализа достижений в области разработки теплозащитных материалов и покрытий, применяемых в том числе в аэрокосмической отрасли.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»

№ 122011300259-4, 13.01.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С НОВЫМИ СВОЙСТВАМИ И ФУНКЦИОНАЛОМ

Представлены полученные в ходе НИР научные и имеющие прикладной характер результаты этапа «Синтез новых типов гибридных композиций, сочетающих два различных вида углеродных наноструктур. Исследование ключевых компонентов созданных в ходе предыдущих исследований гибридных композиций» по теме «Исследование углеродных наноструктур для создания гибридных композиций с новыми свойствами и функционалом».

В качестве компонентов гибридных структур изучены углеродные нанотрубки (УНТ) разного генезиса, в том числе полученные методом флоат-катализа из газового потока, в котором распределены каталитически активные аэрозольные частицы; углерод-керамические нити, полученные покрытием ПАН-волокна α-Al_2O_3, а также образующиеся при пиролизе газа углеродные наноразмерные объекты луковичной структуры (УЛС), вводимые в состав эпоксинанокомпозитов и полимерные составляющие графитовых паст для медицинского назначения с целью получения биосенсоров .

Исследованы структуры созданных на предыдущих этапах проекта гибридных композиций методами электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа, их функциональные (каталитические и сорбционные) свойства; синтезированы новые типы гибридных композиций, сочетающих два различных вида углеродных наноструктур, в том числе углеродные нанотрубки и графитированный волокнообразующий нефтяной пек, терморасширенный графит и карбонизированные фенол-формальдегидные смолы и т.п. Показано, что введение углеродных материалов (терморасширенный графит, элементный графит, коллоидный графит, канальная сажа, углеродные нанотрубки) в состав композита влияет на физико-химические и каталитические свойства получаемых кобальтсодержащих каталитических систем. Найдено, что образующийся при этом теплопроводящий скелет необходим для поддержания стабильной работы гранул высокопроизводительного катализатора синтеза Фишера-Тропша.

Проведенные исследования позволили идентифицировать перспективные свойства созданных гибридных композиций, сочетающих несколько видов углеродных наноструктур, для развёртывания в будущем ряда работ и их применения

для металл-ионных электрохимических аккумуляторов, высокомодульных теплопроводных углеродных волокон, в области малоинвазивных электродов для медико-биологических измерений, защитных радиопоглощающих покрытий и других применений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СВЕРХТВЕРДЫХ И НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Диссертации

№ АААА-В17-417110250071-5, 02.11.2017

СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ КЛАСТЕРОВ AUNHM

Проведено исследование взаимодействия золотых наночастиц с водородом и влияния подложки графита на свойства наночастиц. Для этого с помощью теории функционала электронной плотности было проведено моделирование взаимодействия кластеров золота, моделирующими наночастицы золота, с атомами водорода и влияния чешуйки графена, имитирующей воздействие подложки графита, на атомное и электронное строение кластеров золота, а также их адсорбционные свойства, на примере взаимодействия с атомами водорода. Установлено, что адсорбция водорода вызывает незначительное увеличение длин связей между ближайшими атомами кластера золота. Акты последовательной адсорбции атомов водорода в рассмотренных системах можно рассматривать как независимые. При увеличении числа адсорбированных атомов водорода «центр тяжести» плотности состояний смещается в сторону меньших значений энергии, что в рамках резонансной модели соответствует общей тенденции уменьшения энергии связи. В ходе численного эксперимента установлена делокализация состояний электронов, «добавленных» в гетерогенную систему AunHm при хемосорбции атомов водорода.

Результат аналогичен решению уравнения Шредингера для оболочечной модели металлического кластера. Определено, что взаимодействие кластеров золота и углерода вызывает трансформацию геометрической и электронной структур кластера золота с образованием слоев с разной зарядовой плотностью относительно плоскости кластера углерода. При этом локальная плотность состояний атома золота коррелирует с электронной плотностью в окрестности слоя, на котором расположен атом: избыток электронной плотности соответствует меньшей плотности состояний в окрестности уровня Ферми. Кроме того, изменение свойств кластера золота, модифицированного кластером углерода, определяется в большей степени перестройкой энергетической структуры, чем переносом заряда.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В17-417110250073-9, 02.11.2017

МЕХАНИЗМЫ УСКОРЕНИЯ ДИФФУЗИИ КЛАСТЕРОВ НА ЧЕШУЙЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Проведено теоретическое исследование механизмов ускорения диффузии кластеров на чешуйчатой поверхности. Показано, что причиной аномально быстрой диффузии кластеров металлов по поверхности высокоориентированного пиролитического графита является ускорение Ферми, возникающее при взаимодействии кластера с чешуйкой графита, движущейся как целое. Аррениусовская зависимость коэффициента диффузии кластеров от температуры возникает из-за активационного механизма движения чешуйки графита, а не кластера, как считалось ранее. Исследована динамика частицы в бильярде с периодически движущимися границами, и доказано, что ускорение Ферми в таком бильярде строго в три раза больше ускорения при стохастических колебаниях стенки бильярда. Показано, что в газе Лоренца с открытым горизонтом и движущимися стенками рассеивателей среднеквадратичное отклонение частицы пропорционально времени и коэффициент супердиффузии линейно растет с увеличением среднеквадратичной скорости стенки рассеивателей. В периодическом газе Лоренца в приближении Махта – Цванцига коэффициент супердиффузии убывает с увеличением среднего радиуса рассеивателей при фиксированном размере ячейки. В газе Лоренца со случайно распределенными рассеивателями, радиус которых много меньше средней длины свободного пробега, коэффициент супердиффузии не зависит от радиуса рассеивателей. Разработанная программа, моделирующая различные бильярдные системы, активно используется в рамках спецкурса «Флуктуационные процессы». Результаты теоретических исследований могут быть в дальнейшем использованы для анализа свойств чешуек графена и их динамики по наблюдениям за диффузией кластеров на них.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-В18-418032690008-9, 26.03.2018

МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАВЛЕНИЯ ГРАФИТА И ГРАФЕНА

Проведены компьютерное исследование и теоретический анализ кинетики протекания фазовых и структурных переходов в графите, графене и жидком углероде. В рамках метода молекулярной динамики рассмотрены зависимости скорости нуклеации жидкости в перегретом кристалле графита от температуры и рассчитаны времена жизни монокристаллов графита и графена в метастабильных перегретых состояниях. На основе полученных в МД-расчетах данных построена мезоскопическая модель плавления поликристаллического графита.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-В18-418011990024-1, 19.01.2018

СВОЙСТВА БИОСЕНСОРОВ И МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МЕТОДОМ ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Созданы лабораторные модели ферментных и микробных биосенсоров с импедансометрическим преобразователем для детекции глюкозы и этанола на основе электродов матричной печати. Электроды имели линейный диапазон определяемых концентраций: 0,2 – 12,5 мМ глюкозы для биосенсора на основе глюкозооксидазы, 0,1 – 10 мМ этанола для биосенсора на основе алкогольоксидазы и 0,01 – 30 мМ

этанола для микробного биосенсора. Биосенсоры обладали повышенной стабильностью по сравнению с амперометрическими аналогами и упрощенным способом создания. Модификация электродов биотопливного элемента функционализированными многостенными углеродными нанотрубками (ФМНТ) приводила к снижению сопротивления биоанода на 33%, а использование восстановленного оксида графена – на 15% по сравнению с немодифицированным электродом. В качестве материала для биоэлектродов биотопливных элементов на основе целых клеток и мембранных фракций G. oxydans впервые использованы углеродные высокодисперсные материалы. Продемонстрирована работа микробного БТЭ с электродами из наноматериала – терморасширенного графита, впервые имплантированного в организм живой лягушки.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ПУЩИНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-В19-419032890016-1, 28.03.2019

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ С ДИОКСИДОМ АЗОТА И АММИАКОМ

Графеновые материалы имеют уникальное электронное строение, крайне чувствительное к изменению состояния поверхности, что позволяет использовать их в качестве газовых сенсоров. Модификация графена позволяет регулировать электронную структуру и создавать адсорбционные места на его поверхности. Цель: изучение сенсорных свойств модифицированных графеновых слоев по отношению к воздействию электрон-донорных (NH_3) и электрон-акцепторных (NO_2) молекул. Разработаны методы получения проводящих графеновых слоев разного состава и дефектности посредством химической, термической или механохимической обработок соединений фторида, оксифторида и оксида графита. Сенсорные свойства указанных материалов определяются природой и концентрацией функциональных групп на поверхности графеновых слоев, при этом присутствие фторсодержащих групп приводит к меньшим значениям характерных времен и энергии адсорбции по сравнению с кислородсодержащими. Экспериментальные данные сенсорного отклика подтверждены in situ рентгеновскими фотоэлектронными исследованиями и квантово-химическими расчетами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 522062400026-9, 24.06.2022

ОКСИД ГРАФЕНА: МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ, СТРУКТУРА И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Объектами исследования являются оксид графена (ОГ), интеркаляционные соединения графита, и сам графит. Цель работы заключалась в исследовании механизма последовательной трансформации графита в серию промежуточных и конечных продуктов в окислительных кислотных средах, а также в изучении структуры и химии оксида графена в целом ряде процессов, начиная от возникновения кислородных групп при его синтезе из графита, трансформации этих групп в процессе его взаимодействия с водой, а также при взаимодействии ОГ с солями металлов в водных средах. В качестве отдельной цели следует выделить исследование взаимных переходов ИСГ разных порядков друг в друга.

Основными методами исследования являются комбинация оптической микроскопии с микроскопией комбинационного рассеяния света, и ЯМР релаксация протонов. Кроме этого использованы методы, традиционно используемые в области углерода: термогравиметрический анализ, ИК спектроскопия, спектроскопия РФЭС, рентгеновская дифракция, электронная микроскопия.

Получены результаты, приоткрывающие механизм взаимных переходов в интеркаляционных соединениях графита, механизм образования оксида графена окислением графита, механизм окислительного продольного раскрытия многостенных углеродных нанотрубок. Разработана и предложена новая структурная модель оксида графена. Изучено взаимодействия оксида графена с солями металлов в водных средах, и трансформация структуры оксида графена в щелочных средах. Сделан критический анализ двухкомпонентной структурной модели оксида графена.

Понимание истинной структуры и химического поведения ОГ способствует повышению эффективности применения этого материала в реальном секторе экономики.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422111600048-5, 16.11.2022

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕНСОРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ БИООБЪЕКТОВ И НАНОУГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАНОЭЛЕКТРОННЫХ И АКУСТОЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

В диссертации исследуются электрофизические свойства сенсорных покрытий из оксида графена и биоматериалов. Для оксида графена представлена методика создания пленки и исследование её сенсорных возможностей для акустоэлектронных технологий. Получены данные по диэлектрической проницаемости и модулям упругости плёнки. На основе акустических волн в тонких пьезоэлектрических пластинах представлен способ бесконтактного измерения проводимости тонких плёнок. Для глюкозооксидазы представлена планарная реализация молекулярного интерфейса для сенсорного покрытия из еденичных ферментов. Создан и исследован макет амперометрического биосенсора. В работе проведено сравнение анодов биотопливного элемента (БТЭ) из терморасширенного графита с покрытием из целых микроорганизмов и с покрытием из их мембранных фракций. Доказана возможность безмедиаторного транспорта электронов на анод БТЭ.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А. КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В16-416121910124-0, 19.12.2016

ДИНАМИЧЕСКОЕ НАРУШЕНИЕ СИММЕТРИИ В ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ГРОССА - НЕВЁ ПРИ КОНЕЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Проведено исследование трехмерной модели Гросса – Невё на цилиндре при конечной температуре, и показана возможность приложения этой модели к физике полимеров, особенно графена и углеродных нанотрубок. Изучено влияние внешнего магнитного поля на динамическое нарушение киральной симметрии. Вычислен эффективный потенциал модели с учетом конечного химического потенциала и эффектов Ааронова – Бома и Зеемана, вызванных внешним магнитным полем. Построены: фазовые диаграммы модели, демонстрирующие симметрию между влиянием на динамическое нарушение симметрии конечной температуры и компактификации пространственного измерения, а также между влиянием химического потенциала и эффекта Зеемана; графики намагниченности системы, описываемой моделью Гросса – Невё на цилиндре, в зависимости от величины прилагаемого магнитного поля, направленного вдоль оси цилиндра, и температуры. Для намагниченности, обусловленной эффектом Ааронова – Бома, продемонстрированы осцилляции при нарастании магнитного поля, а для намагниченности, вызванной эффектом Зеемана, - фазовые переходы, отмеченные ранее на диаграммах, учитывающих влияние химического потенциала и температуры.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-В16-516112380023-8, 23.11.2016

СТРУКТУРА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Цель: исследование структуры и физических свойств графена и наноматериалов на его основе методом молекулярной динамики. В результате исследований определено, что графен обладает уникальными механическими свойствами, например, высокой прочностью. Кроме того, деформация графена приводит к значительному изменению как его структурных конфигураций, так и физических свойств – изменяет скорости звука и плотности фононных состояний. Доказано существование дискретных бризеров в деформированном, а также наводороженном графене, и показан обмен энергией между дискретными бризерами в кластерах в графене и графане. Представлена гипотеза о вкладе дискретных бризеров в процесс разводораживания графана. Показано, что химическое модифицирование (наводораживание) оказывает большое влияние на теплофизические свойства графена и гетероструктуры графен-силицен: наводораживание понижает теплопроводность графена, но повышает теплопроводность гетероструктуры. Исследовано большое многообразие трехмерных углеродных структур и проверена их устойчивость, найдены стабильные конфигурации. Показано, что свойствами трехмерных материалов на основе чешуек графена, фуллеренов и нанотрубок можно управлять посредством неупругой деформации. Даны определяющие соотношения, позволяющие однозначно задавать напряжения в структуре объемных углеродных материалов в зависимости от их плотности (степени достигнутой деформации).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В16-516122780010-3, 27.12.2016

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПТФЭ-КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Проведено исследование закономерностей формирования структуры, физико-механических и триботехнических свойств композиционных материалов на основе политетрафторэтилена с углеродными наполнителями при различных условиях спекания. Доказано ориентирующее действие углеродного наполнителя в виде слоев графена на макромолекулы в ПТФЭ-матрицы и формирование в матрице граничных слоев, характеризующихся осцилляцией плотности. Разработан новый подход к созданию, выбору и обеспечению эффективного применения ПТФЭ-композитов в герметизирующих устройствах, позволяющий повысить надежность устройств и комплексно учитывающий требования к механическим и триботехническим свойствам композитов, а также к условиям их нагружения в конкретном устройстве. Разработаны износостойкие ПТФЭ-композиты и способ их изготовления, герметизирующие устройства для применения в изделиях машиностроения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-516120180017-4, 01.12.2016

ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР В СИЛЬНЫХ ВНЕШНИХ ПОЛЯХ

Объекты исследования: графеновая сверхрешетка, щелевая модификация графена, уединенные электромагнитные волны. Цель: построение последовательной теории электронного транспорта и оптических свойств структур на основе графена, в частности, графеновых сверхрешеток в условиях воздействия интенсивных электромагнитных полей, а также исследование роли неаддитивности электронного спектра и несинусоидальности мини-зоны проводимости графеновых сверхрешеток в нелинейном электромагнитном отклике таких структур. При исследовании использовались: метод кинетического уравнения Больцмана, приближение постоянного времени релаксации, приближение сильной связи, методы теории возмущений, метод усреднения по быстрым осцилляциям, унитарные преобразования, метод Мельникова. Показана возможность проявления в графеновых структурах новых уникальных кинетических эффектов и электронных свойств, обусловленных неаддитивностью и несинусоидальностью электронного спектра графеновых сверхрешеток, а также «релятивистским» характером электронного спектра щелевого графена: модификация продольной вольт-амперной характеристики графеновой сверхрешетки в сильном поперечном электрическом поле; появление дополнительных участков динамической отрицательной дифференциальной проводимости графеновой сверхрешетки; генерация постоянного тока в

графеновой сверхрешетке за счет суперпозиции переменных электрических полей с ортогональными векторами напряженности; линейная зависимость поглощаемой щелевым графеном мощности интенсивного электромагнитного излучения от амплитуды волны; модификация квантовых магнитных осцилляций в графене в условиях высокочастотного электрического поля. Установленные закономерности электронного переноса в графеновых сверхрешетках дают важные сведения о характерных электронных свойствах узкозонных материалов и представляются ценными для теории твердого тела и физической электроники. Результаты могут применяться для диагностики кинетических свойств графеновых структур и создания наноэлектронных устройств с перестраиваемыми характеристиками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416111470055-5, 14.11.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ И СВОЙСТВ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА И МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Многослойный графен (МСГ) и многостенные углеродные нанотрубки (МСУНТ) являются перспективными материалами для исследований и смогут найти применение в электронике, промышленности и медицине. Цель: разработка методов получения и изучения особенностей формирования углеродных наноструктур и исследование их характеристик. Получены суспензии МСГ и МСУНТ, дискретные структуры на основе синтезированных углеродных наноструктур, и исследованы их термические, структурные и электрические характеристики. Предложены способ улучшения контактов с углеродными наноструктурами посредством локального лазерного отжига, модифицированная методика Ленгмюра – Блоджетт для создания тонких (с контролируемой толщиной), полупрозрачных, проводящих пленок на основе пластин МСГ, и исследованы их электромеханические характеристики при деформации различных видов. На основе пленок из МСГ создан прототип тензометрического датчика, способного работать в широком диапазоне деформаций.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

№ АААА-В16-416113020037-4, 30.11.2016

ДИАГНОСТИКА ПРИБОРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ И УГЛЕРОДНЫХ СЛОЕВ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

Проведена диагностика приборных структур на основе кремниевых и углеродных слоев методом спектроскопии комбинационного рассеяния света. В результате работы созданы структуры, в которых наноразмерные включения кристаллического кремния в аморфной матрице сформированы вблизи границы с подложкой. Установлено управление размером, долей и распределением этих включений по толщине пленки. В результате оптимизации структуры слоев аморфного и микрокристаллического кремния, входящих в состав солнечного элемента, увеличено КПД и снижена деградация солнечных модулей. Проведено исследование структуры кремниевых анодов, использующихся в литий-ионных аккумуляторах. Установлено неравномерное внедрение лития по высоте кремниевой стенки. Оптимизированы геометрические параметры кремниевых анодов и режимы их электрохимических испытаний. В результате проведенной оптимизации достигнута долговечность литий-ионного аккумулятора, превышающая 800 циклов заряда-разряда. Выполнены исследования структуры графеновых слоев, полученных методами химического осаждения из газовой фазы и термодеструкции поверхности SiC. Показано, что процесс переноса графеновых слоев, полученных методом ХОГФ, позволяет сохранить однородность и снять напряжение. Установлено, что концентрация собственных структурных дефектов, создаваемых в графеновых пленках на изолирующих подложках при облучении их ионами аргона в условиях отсутствия компенсации заряда, существенно превышает концентрацию дефектов в графеновых пленках на медной подложке при тех же условиях облучения. Определены оптимальные режимы роста высококачественных слоев графена, полученных методом термодеструкции поверхности SiC. Изготовлен сенсор на основе слоев графена с чувствительностью к NO_2 не менее 10 частиц на миллиард.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)»

№ АААА-В19-419122790076-4, 27.12.2019

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИМОРФНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ГРАФЕНА

Объект исследования: полиморфные разновидности графена и кристаллов на их основе. Цель: исследование структуры и свойств полиморфных разновидностей графена. Получено доказательство возможности устойчивого существования ряда новых структурных разновидностей графена с полупроводниковыми свойствами; раскрыта закономерность изменения энергии сублимации графеновых слоев в зависимости от деформационного параметра, характеризующего степень искажения их структуры. Представлены рекомендации по возможным методам получения новых углеродных материалов и способам их практического использования в водородной энергетике и наноэлектронике. Предложены способы экспериментального синтеза полиморфных разновидностей графена с полупроводниковыми свойствами, которые представляют большую практическую ценность для электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В19-519052390003-3, 23.05.2019

СВОЙСТВА СТРУКТУРИРОВАННЫХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО ФАЗОВОГО СОСТАВА С МЕЗОГЕНАМИ И РАСТВОРАМИ ПОЛИМЕРОВ

Впервые проведены комплексные исследования проблемы межфазного взаимодействия, связанные с масштабными эффектами передачи физических свойств поверхности в объем. На основании полученных аналитических

зависимостей предложена модель оценки полярной и азимутальной энергии сцепления ЖК с ориентирующей поверхностью от параметра порядка. Выполнен анализ температурных и частотных зависимостей главных значений диэлектрической проницаемости тридецилата холестерола и его взвесей с наноразмерными фрагментами шунгитового углерода и графена при разных концентрациях. Предложен механизм безызлучательной колебательной релаксации энергии поглощенного фотохимически неактивного кванта излучения, которая происходит при взаимной упорядоченности ближайших молекул сенсибилизатора и циннаматных пар.

Разработчик: ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ

№ АААА-В19-419122790100-6, 27.12.2019

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ КРИСТАЛЛОВ С ДИСКЛИНАЦИЯМИ

Теоретические исследования дефектов в графене позволяют объяснять и предсказывать его физико-механические свойства, что в итоге сказывается на расширение областей практического применения графена. Изучено влияние изолированных дисклинаций и дисклинационных ансамблей на механические и электронные свойства графена. В рамках дисклинационного подхода выявлены структурные единицы границ зерен в графене и проведено моделирование структуры границ зерен и межкристаллитных интерфейсов в кристаллах графена. С помощью введённых структурных единиц созданы плоские модели с двумерным распределением дисклинаций в кристаллической решетке графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-В19-419070590007-4, 05.07.2019

КОЛОННЫЙ ГРАФЕН: ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА, ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕРЕТЕКАНИЯ ЗАРЯДА И ЭЛЕКТРОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Исследованы особенности электронного транспорта в однослойных и двухслойных твердотельных тонких плёнках колонного графена с однослойными углеродными трубками. Установлены основные закономерности перетекания заряда в таких структурах, рассчитаны электронно-энергетические характеристики пленок и 3D-структур колонного графена. Разработана новая методика ускорения расчёта функции пропускания электронов, реализованная в программном пакете Kvazar II (зарегистрирован в госреестре программы для ЭВМ).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

№ АААА-В19-419121690041-6, 16.12.2019

РОЛЬ ЭФФЕКТОВ МНОГОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ПРОЦЕССАХ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ И ДОАБЛЯЦИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ КОРОТКИМИ ИМПУЛЬСАМИ

Цель работы – обнаружение и исследование эффектов многократного воздействия короткими лазерными импульсами в процессе абляционного формирования сквозных каналов с высоким аспектным отношением (>1) в конструкционном материале стали и при облучении с интенсивностями заметно ниже порогов испарительной абляции графеновых многослойных пленок, перенесенных на подложки SiO_2/Si.

Показано, что на воздухе такие эффекты во многом определяют эффективность и конечные характеристики лазерной микро- и нанообработки. Установлено, что возникающий в процессе многоимпульсной абляции стальных мишеней оптический пробой воздуха, значительно снижающий эффективность лазерной абляции, инициируется преимущественно на накапливающихся в глубоких кратерах абляционных микрочастицах. Показано, что вероятность их образования снижается при использовании лазерных систем, работающих с высокими частотами повторения лазерных импульсов (свыше ~ 4 кГц), за счет формирования относительно долгоживущей (до 250 мкс) горячей и разреженной области газа вблизи зоны фокусировки излучения.

Также такие микрообъекты можно удалять из аблируемого канала с помощью внешнего электрического поля, так как значительная их часть несет на себе нескомпенсированный положительный электрический заряд.

Разработанные и теоретически обоснованные методы подавления пробоя воздуха на частицах значительно повышают прецизионность и производительность лазерного сверления в стали. Исследования процессов взаимодействия наносекундного лазерного излучения допороговых интенсивностей с графеновыми пленками на гидрофильной подложке SiO_2/Si показали, что обнаруженная локальная трансформация пленок при многоимпульсном воздействии не связана с удалением графеновых слоев, а вызвана вытеснением из области воздействия водного адсорбата аккумулирующегося в нормальных условиях на границе графен – подложка.

Обнаружено, что такое лазерноиндуцированное перераспределение водных слоев приводит к устойчивому локальному изменению механических и электронных свойств графена. Показано, что с помощью многоимпульсного лазерного воздействия, а также путем дополнительного выдерживания образцов в парах жидкостей хорошо растворимых в воде (ацетон или этанол) можно создавать на графеновых пленках и производить перезапись массива областей с пониженной работой выхода электрона графена (dW до 150 мэВ).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-В19-419070890004-0, 08.07.2019

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ И ХАЛЬКОГЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Цель: проведение детальных исследований электронных транспортных и тензорезистивных свойств композитов на основе наноструктурированных слоистых материалов – углеродныхматериаловихалькогенидовпереходныхметаллов. Впервые показано, что электронный транспорт в композитах на основе полимерной матрицы полибензимидазола в исследованном диапазоне концентраций наполнителей – от 0,25 до 2,00 мас. % малослойного графена и от 17 до 45 мас. % графитовых нанопластин – имеет один и тот же механизм, связанный с туннелированием между полуметаллическими наночастицами наполнителя через диэлектрические полимерные прослойки. Для данных композитов установлено, что коэффициент тензочувствительности равен 15 и 13 соответственно и не зависит от концентрации проводящей фазы в исследованном диапазоне концентраций. Разработанные тензорезистивные материалы перспективны в области сенсорной электроники и могут быть использованы в датчиках механических величин и при изготовлении тензорезисторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В19-519070490004-3, 04.07.2019

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НЕУПОРЯДОЧЕННОГО ГРАФЕНА

Проведено изучение плотности электронных состояний и электрической проводимости графена и других киральных металлов с различными типами примесей. В основе построенной теории лежит симметрийный анализ беспорядка, который позволяет предсказывать электронные свойства графена в самом общем виде. Разработаны специализированные методы исследования электронного транспорта в металлах с дираковским спектром: баллистическая ренормализационная группа для случая слабого беспорядка, нелинейная сигма-модель с особыми топологическими членами для различных видов плавного беспорядка, метод развернутых функций Грина для металлов с сильными примесями. Основные результаты исследования касаются электронных свойств графена в дираковской точке и вдали от неё, аномалий квантового эффекта Холла, баллистического транспорта в графене, локализации в киральных металлах. Эти результаты могут быть использованы для предсказания и моделирования свойств графена для его применения в электронике.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Л.Д. ЛАНДАУ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В20-420032790046-5, 27.03.2020

ОПТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ФОТОННЫХ И ПЛАЗМОННЫХ УСТРОЙСТВ

Проведено детальное изучение структурных, электрических и оптических свойств тонких пленок золота и меди в диапазоне толщин 20 – 200 нм, получены оптические константы пленок в спектральном диапазоне 300 – 2000 нм. С возрастанием толщины в диапазоне 20 – 200 нм замечено нелинейное уменьшение оптических потерь и удельного электрического сопротивления. Измеренные оптические константы n и k используются для разработки и анализа характеристик плазмонных устройств, включающих тонкие пленки золота определенной толщины. Исследовано влияние структурной морфологии пленок 2 – 15 нм, близких к порогу перколяции, на оптические свойства. Продемонстрировано создание КМОП совместимых плазмонных волноводов на основе медной пленки. Созданы сенсорные чипы на основе тонкой медной пленки и защитных слоев SiO_2 и Al_2O_3. Показано, что медная пленка 25 нм, напылённая на графен, характеризуется низким плазмонным откликом. Исследованы оптические свойства пленок золота и меди на графене в диапазоне 300 – 3300 нм. Продемонстрировано, что увеличение скорости напыления позволяет добиться формирования сплошных медных пленок 25 нм на поверхности графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 421041300121-9, 13.04.2021

ВЛИЯНИЕ ГРАФЕНА НА ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИРКОНИЯ

В рамках данной работы показано, что ключевыми факторами при синтезе систем на основе стабилизированного диоксида циркония с добавками графена являются количество введённого углерода и выбранные условия спекания и (температура, атмосфера, время выдержки), которые могут приводить к изменению микроструктуры, улучшению механических характеристик и появлению смешанной электрон-ионной проводимости.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422042200037-0, 22.04.2022

ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Наноразмерные структуры на основе двумерных материалов находят широкое применение в качестве составляющей элементной базы наноэлектроники, оптоэлектроники и нанофотоники. Свойства этих материалов удовлетворяют критериям, которые диктуются теми или иными прикладными задачами. Одними из наиболее перспективных двумерных материалов для изготовления оптоэ-

лектронных и нанофотонных устройств являются коллоидные полупроводниковые нанокристаллы, двумерные материалы на основе графена и углеродных нанотрубок, халькогениды и дихалькогениды переходных металлов, а также различные металлооксидные соединения.

Целью работы является разработка методики получения тонких пленок с контролируемыми (заданными) оптоэлектронными свойствами на основе полупроводниковых композитов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 422090500004-0, 05.09.2022

ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ ГРАФЕНА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ МОЛЕКУЛАМИ И ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НАНОБИОМЕДИЦИНЕ

Наноматериалы графена стали одним из наиболее перспективных материалов в области нанобиомедицины благодаря своей уникальной структуре и интересным физико-химическим свойствам, а также возможности ковалентной и нековалентной функционализации биомолекулами и цитостатическими препаратами. Оксид графена был синтезирован с высоким содержанием кислорода и функционализирован серосодержащими аминокислотами, а также противораковым препаратом доксорубицином. Окисление и функционализация поверхности графена могут способствовать улучшению свойств наноматериалов на основе графена, таких как высокая биосовместимость, высокая антиоксидантная активность, высокая стабильность водных дисперсий и многообещающие применения в различных областях биомедицины, таких как фотодинамическая терапия, адресная доставка лекарств, биосенсоры и диагностика.

Оксид графена был синтезирован крупномасштабным методом и с высоким содержанием кислорода до 85%, установлено, что высокое содержание кислорода обусловливает высокую биосовместимость, высокую антиоксидантную активность и высокую стабильность водных дисперсий. Зафиксирована высокая антиоксидантная активность наноконъюгата оксида графена с аминокислотой L-цистеин, которая в 6 раз выше, чем у стандартного антиоксидантного соединения аскорбиновой кислоты. Конъюгат оксида графена с цитостатическим препаратом доксорубицином продемонстрировал избирательную противоопухолевую активность в отношении клеточных линий карциномы легкого A594, в 100 раз превосходящую таковую у индивидуального препарата доксорубицина, кроме того, меньшую цитотоксичность в отношении нормальных клеточных линий эмбриональной почки человека.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422011000040-8, 10.01.2022

ДИСКРЕТНЫЕ МАГНОННЫЕ И ПЛАЗМОННЫЕ ВОЛНОВОДЫ И ПЛАЗМОН-МАГНОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Диссертация посвящена исследованию волноводных свойств магнонных и плазмонных цепочек частиц, а также систем с плазмон-магнонным взаимодействием. Для этого разработана универсальная теория, с помощью которой изучены плазмоны в цепочках металлических частиц и спиновые волны в цепочках магнитных частиц, составлены дисперсионные уравнения и описаны и классифицированы возникающие решения. Для них определены дисперсионные характеристики и пространственные профили. Показано, что в цепочках плазмонных частиц существуют два гармонических решения, называемые сильный и слабый плазмон, а также решение с непрерывным спектром, имеющее неэкспоненциальный профиль затухания. В цепочках же магнитных частиц существует одно гармоническое решение и решение с непрерывным спектром. Также показано, что при взаимодействии спиновых волн в двух параллельных цепочках магнитных частиц возникают биения спиновой волны между двумя цепочками, вызванные расщеплением разрешенной зоны спиновых волн на две подзоны. Показано, как этот эффект может использоваться для управления магнонными сигналами и создания магнонного переключателя. Также рассмотрен эффект плазмон-магнонного взаимодействия в системе, состоящей из графена и антиферромагнетика. Показано, что антиферромагнитный резонанс в антиферромагнетике приводит к резонансному изменению дисперсионных характеристик плазмона в графене, однако этот эффект зависит от величины магнитной диссипации. Показано, что перечень известных на сегодня антиферромагнетиков позволяет осуществлять эффективное плазмон-магнонное взаимодействие при криогенных температурах, но не при комнатных.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

№ 422061600135-0, 16.06.2022

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ СЛОЕВ ГРАФЕНА, H-BN И ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ

Актуальность темы исследования.

Графен, гексагональный нитрид бора (h-BN) и их гетероструктуры являются перспективными материалами для создания на их основе элементов электроники и спинтроники. В этом отношении, создание новых двумерных материалов и разработка подходов к изучению их свойств, при помощи модельных систем, являются актуальными задачами современного материаловедения и физики конденсированного состояния.

Научная новизна.

Среди наиболее значимых результатов работы можно выделить: 1) разработку подхода для визуализации доменных границ в графене, сильно связанном с подложкой кобальта; 2) новый способ для получения ориентированных и однослойных латеральных гетероструктур h-BN–графен на поверхности кобальта, в которых границы между доменами сформированы преимущественно B–C связями; 3) изучение свойств легированного эпитаксиального

графена при помощи монокристаллических подложек с переменной периодичностью ступеней, что никогда ранее не практиковалось.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422032800046-7, 28.03.2022

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА НА МИКРОКЛОНАЛЬНЫЕ ПРОРОСТКИ ГИБРИДА ТОПОЛЬ БЕЛЫЙ × ОСИНА И БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ

Целью исследований являлась оценка воздействия суспензий нанопластин оксида графена на выживаемость, а также морфометрические, гистоморфологические, фотосинтетические и биохимические параметры микроклональных проростков гибрида тополь белый × осина и березы пушистой на стадиях введения в культуру, мультипликации, укоренения и адаптации для определения пределов толерантности организмов растений к данному фактору для прогнозирования возможных отдаленных токсических эффектов.

Для определения эколого-биологических реакцийрастений на воздействие наночастиц оксида графенапри клональномикроразмножени, в лабораторных условиях готовили суспензиюнаночастицоксида графена размером 0,1 до 3 мкм и толщиной менее 1 нм., что подтверждено спектроскопией комбинационного рассеяния, сканирующей электронной микроскопией и атомно-силовой микроскопией, в концентрации10 г/л,с последующим ееразбавлением средами МС и WPM. Итоговое содержание наноматериала в средах на этапе введения в культуру: 0,75; 1,5; 3; 6 и 15 мкг/л в МС; на этапе мультипликации – 1,5 мкг/л в МС; на этапе укоренения – 1,5 мкг/л в WPM. Исследование стабильности питательных сред, содержащих оксид графена, проводили для свежеприготовленных сред, а также сред, выдержанных 3 месяца, где не выявлено выраженных очагов скопления углерода, что говорит о равномерном распределении наноматериала в матрице среды.

В качестве объектов исследования были выбраны распространенные лесные культуры – гибрид тополя белого × осины, а также береза пушистая в условиях тканевой культуры. Данные объекты выбраны в связи с их ценными фенотипическими признаками, такими, как высота и форма ствола, а также засохоустойчивостью (на примере засухи 2010 года) и устойчивостью к сердцевинной гнили, и, соответственно, с перспективностью получения на их основе микроклонального посадочного материала с улучшенными свойствами.

На этапе введения в культуру микропроростков гибрида тополь белый × осина и березы пушистой при использовании оксида графена в составе культивационной среды, установлено положительное влияние ОГ в концентрации 1,5–15 мкг/л на защищенность клонов от фитопатогенов, а также повышение выживаемости проростков при 1,5–6 мкг/л. Однако стимуляция дальнейшего роста отмечена только в вариантах 1,5 и 3 мкг/л, а при 15 мкг/л наблюдалось подавление их развития. Концентрация 0,75 мкг/л не оказывала воздействия на растения.

Анализ показателей микропроростков гибрида тополь белый × осина и березы пушистой на этапе мультипликации под воздействием 1,5 мкг/локсида графена в составе культивационной среды, показал разнонаправленное стимулирующее действие.

На этапе укоренениямикроклонов гибрида тополь белый × осина и березы пушистой под воздействием оксида графенаотмечена видоспецифичность эколого-биологических реакций древесных растений: установлено, что береза пушистая проявляет большую устойчивость к оксиду графена, чем гибрид тополь белый х осина.

По итогам исследования на этапе адаптации доказано, что раствор оксида графена в концентрации 1,5 мкг/л в целом не оказал существенного влияния на растения-регенеранты гибрида тополь белый × осина и березы пушистой, в то время как при обработке растений раствором, содержащим 3 мкг/л оксида графена отмечено негативное влияние на все анализируемые показатели.

Таким образом, наиболее эффективным для стимуляции микропроростков гибрида тополь белый × осина и березы пушистой является использование оксида графена в концентрации 1,5–3 мкг/л в составе культивационных сред на стадиях введения в культуру и мультипликации. Использование наноматериала в более высоких концентрациях и на более поздних стадиях приводит к развитию токсических эффектов, проявление которых видоспецифично.

Бионакопления оксида графена в концентрации 3 мкг/л электронно-микроскопическим анализом в экспериментальных растениях не обнаружено, что, вероятно, связано с достаточно крупным размером его чешуек, затрудняющих проникновение в организм растения через корневую систему.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Р. ДЕРЖАВИНА»

№ 522100300233-1, 03.10.2022

ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ, ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТАЛЕЙ, АЛМАЗНЫХ И ГРАФЕНОВЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Цель: установление электронного строения модифицированных лазерным излучением поверхностных слоев, защитных алмазных и алмазоподобных покрытий и граничных пленок на поверхности некоторых углеродистых и легированных сталей, а также выявление связи этого строения с трибологическими свойствами модифицированных поверхностей. Новые результаты: 1) разработана новая экспериментальная методика определения долей sp2/sp3 фаз в алмазоподобных материалах, включающая наряду с анализом параметров рентгеновского фотоэлектронного спектра (РФЭ) C1s-уровня и CKLL оже-спектра анализ спектров валентной полосы, которые не только показывают непосредственно тип связей, образуемых атомами исследуемых поверхностей, но и позволяют повысить точность определения положения компонент спектров разных энергетических диапазонов; 2) разработана экспериментальная комбинированная методика определения электронного строения и элементного состава модифицированных лазерной обработкой (ЛО) поверхностных слоев углеродистых сталей У8, У10, стали 45 и легированных сталей 9ХС, Р6М5, Р9К5, ЭП657 и ЭП722, а также защитных антифрикционных алмазных, алмазоподобных покрытий

и масляных пленок, которая необходима для выявления связи состояния исследуемого поверхностного слоя с его трибологическими свойствами; 3) доказана перспективность использования в дифференциальном CKLL оже- спектре параметра D3, определяющего энергетическую протяженность между точками перегибов на левой и правой сторонах всего CKLL оже-спектра, что позволяет экспериментально определять и сравнивать доли sp2/sp3 фаз, изменения которых отражают изменения трибологических свойств как исходной модифицированной поверхности, так и следов износа ультрананокристаллических алмазных пленок и алмазной пленки с большими (до 200 мкм) зернами; 4) выявлены и изложены тенденции в изменении после ЛО профиля Fe2p РФЭ спектров исследуемых сталей на их разных глубинах, полученных ионным травлением разной продолжительности; 5) раскрыты особенности распределения легирующих сталь элементов по глубине их нахождения, элементному составу и толщине образующихся при этом оксидных фаз железа на различных поверхностях травления; 6) выявлены корреляции между объемным содержанием вольфрама и молибдена в легированных сталях и их поверхностной концентрацией после ЛО. 7) установлено значительное влияние добавок салициловой кислоты на свойства граничных масляных смазок, улучшающих трибологические свойства поверхностей. Значение новых результатов для практики состоит в том, что разработаны новые комплексные методики измерений и интерпретации чувствительных к состоянию поверхности рентгеновских фотоэлектронных и валентных спектров сталей, а также для определения электронного строения защитных пленок и покрытий; определены перспективы практического использования этих методик для оценки сегрегационных тенденций, фазового состава, строения и толщин оксидных пленок на поверхности инструментальных углеродистых и легированных сталей при ЛО поверхности промышленных изделий в среде O2, чтобы контролировать и повышать их эксплуатационные характеристики; а также представлены рекомендации материаловедам об использовании выявленных корреляций между электронным строением и трибологическими свойствами модифицированных слоев сталей, покрытий и смазочных пленок с различными присадками, которые могут быть изготовлены из актуальных химических соединений, в том числе ионных жидкостей или соединений на основе графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

№ 522122900143-9, 29.12.2022

МАГНИТООПТИЧЕСКИЕ И ПЛАЗМОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В НАНОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Работа посвящена развитию теории и исследованию магнитооптических и плазмонных эффектов в наноструктурах и метаповерхностях, содержащих графен и магнитные материалы во внешних магнитных полях. В работе рассмотрены слоистые структуры на основе графена и магнитного полупроводника. Исследованы плазмонные свойства структуры графен – магнитный диэлектрик – графен и слоя деформированного графена при возбуждении поверхностных плазмон-поляритонов. Рассмотрено явлениемагнитного поворота спекл-картины излучения в гиротропном оптоволокне, покрытом графеном, фарадеевское вращение мод высоких порядков в плазмонном цилиндрическом волноводе на основе графена. Изучены особенности распространения поперечно-электрических волн в цилиндрическом графеновом нанопроводе. Исследованы плазмонные свойства метаповерхности на основе усиливающих сред, метаструктур на основе графеновой метаповерхности, магнитная модуляция в структуре гиперболическая метаповерхность – магнитный диэлектрик.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-516100680022-5, 06.10.2016

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГРАФИТА И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Работа посвящена решению классической задачи физики и химии твердого тела: установление соответствия между дисперсностью, зольностью исходного графита, условиями синтеза, химическим составом, структурой и электрофизическими, механическими и физико-химическими свойствами интеркалированных соединений графита акцепторного типа, многофункциональных углеродных материалов, получаемых на их основе. Установлены общие закономерности зависимости физических и физико-химических свойств интеркалированных соединений графита акцепторного типа, терморасширенного графита, графитовых фольг дисперсности исходного графита, условий и методов синтеза, химического состава и структуры, что позволяет создавать многофункциональные углеродные материалы с заданными эксплутационными свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-В16-416011140047-5, 11.01.2016

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИАНИЛИНА, ПОЛУЧЕННОГО В ПРИСУТСТВИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТРИЦ

Впервые проведено систематическое исследование структуры и физико-химических свойств нанокомпозитов на основе полианилина (ПАНИ), многостенных углеродных нанотрубок (МНТ) и производных графита, и установлено, что структура и свойства таких наноматериалов определяются химической структурой поверхности углеродных матриц. Впервые показано, что поверхность нанотрубок способна перехватывать свободные радикалы, что препятствует протеканию окислительной полимеризации анилина (АНИ) в их присутствии. Данный эффект можно исключить при изменении соотношения АНИ/МНТ/окислитель в реакционной смеси. Композит ПАНИ-МНТ обладает повышенной электропроводностью (примерно на порядок) и устойчивостью к депротонированию при нейтральном pH по сравнению с исходным ПАНИ. Установлено, что введение углеродных матриц на основе производных графита в нанокомпозиты на основе ПАНИ приводит к повышению редокс-емкости композитов (до 260 Ф/г) по сравнению с исходным ПАНИ (130 Ф/г), к сохранению композитами электроактивности в более широком интервале pH (pH 0 - 6) по сравнению с исходным ПАНИ (pH 0 - 1). Показано, что уменьшение концентрации мономера и увеличение pH реак-

ционной среды приводит к изменению химической структуры, электрохимических свойств и реакционной способности ПАНИ на поверхности графитовых электродов в окислительно-восстановительных взаимодействиях. Впервые показано, что электроды, модифицированные ПАНИ, могут быть использованы для потенциометрического определения аскорбиновой кислоты в растворе с контролируемыми пределом обнаружения (0,1 - 30 мкМ) и диапазоном линейности (1 - 3000 мкМ).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-В16-416110720016-1, 07.11.2016

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ РЕШЁТКИ И ТЕПЛОЁМКОСТЬ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Цель: построение теоретико-групповой теории, описывающей происхождение колебательных мод одностенных углеродных нанотрубок из фононных мод графенового листа; развитие континуальной модели низкочастотной динамики двумерной цилиндрической мембраны для учёта взаимодействия между нанотрубкой и её окружением и расчёта низкотемпературной теплоемкости одностенных и двустенных углеродных нанотрубок. Разработана оригинальная теоретико-групповая методика, использующая гомоморфное отображение пространственной группы симметрии промежуточной структуры на одномерную пространственную группу симметрии нанотрубки и устанавливающая соответствие между модами трубчатых и родительских плоских структур через виртуальную промежуточную плоскую периодическую структуру, позиции которой имеют ту же локальную симметрию, что и позиции в трубчатой структуре. Предложены способы учёта взаимодействия между одностенной углеродной нанотрубкой и её окружением – упругой средой или другими нанотрубками в пучке. Получены оценки коэффициентов межслоевого ван-дер-ваальсова взаимодействия в двустенной углеродной нанотрубке на основе данных спектроскопии комбинационного рассеяния света и известных величин упругих модулей графита. Показано, что удельная теплоёмкость пучков одностенных углеродных нанотрубок значительно уменьшается при учёте даже слабого радиального взаимодействия между одностенной углеродной нанотрубкой и её окружением, в то время как основной причиной уменьшения теплоёмкости пучков двустенных углеродных нанотрубок является не окружение, а межслоевое взаимодействие в двустенной углеродной нанотрубке.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416110240003-0, 02.11.2016

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ ЖИДКИХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ И КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Проведено экспериментальное исследование теплофизических свойств группы переходных металлов, Ni, Co, Fe, конструкционных сталей марки ЭК-181 и ЧС-139, графитов МПГ-6, а также жидких свинца и эвтектических сплавов на его основе, Li-Pb и Bi-Pb. Цель исследования – получение надежных экспериментальных данных по теплопроводности и температуропроводности жидкометаллических теплоносителей и конструкционных материалов ядерной энергетики. С использованием метода лазерной вспышки разработана и апробирована методика измерений коэффициентов тепло- и температуропроводности высокопластичных металлов. Получены экспериментальные данные по температуропроводности и теплоемкости кобальта, никеля и железа в интервале температур 300 - 1700 К. Подробно исследовано изменение этих свойств в областях магнитных и структурных фазовых переходов. Получены экспериментальные данные по коэффициенту температуропроводности и удельной теплоемкости мартенситных и аустенитных фаз сталей ЭК-181 и ЧС-139, а также графита марки МПГ-6 различной плотности в интервале температур 300 - 1800 К. Получены экспериментальные данные по коэффициентам теплопроводности и температуропроводности расплавов свинца, эвтектик висмут-свинец и литий-свинец от точки плавления до 1000…1500 К. На основании полученных экспериментальных данных определены критические индексы и амплитуды для температуропроводности железа, никеля, кобальта и исследованных сталей для магнитных фазовых переходов. Предложен метод оценки температурной зависимости теплопроводности графитов марки МПГ-6 по макроскопической плотности. Знание теплофизических свойств исследованных металлических расплавов имеет важное значение для проектирования ядерных энергетических установок, работающих на жидкометаллических теплоносителях, для разработки технологий производства материалов и изделий из них. Практическая значимость работы обусловлена тем, что полученные экспериментальные данные по тепло- и температуропроводности металлов и сплавов могут быть использованы в качестве эмпирических данных для разработки и проектирования технических устройств и технологий с участием исследованных веществ. Вместе с первичными экспериментальными данными по теплофизическим свойствам жидких свинца и сплавов на его основе они служат хорошим эмпирическим материалом для развития теории жидкого состояния веществ металлической природы. Предложенный метод оценки температурной зависимости теплопроводности графитов марки МПГ-6 по макроскопической плотности обладает самостоятельной прогнозной силой. Разработанная методика измерения тепло- и температуропроводности металлов и сплавов может быть полезна для экспериментальных исследований переносных свойств широкого круга высокопластичных металлов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В16-416122920045-2, 29.12.2016

ГИДРИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРИСУТСТВИИ ПАЛЛАДИЙСОДЕРЖАЩИХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Цель: изучение реакций гидрирования органических соединений – нитробензола, п-нитроанилина, п-нитрофенола, п-нитробензойной кислоты, циклогексена, гексена-1, аллилового спирта, акриловой, метакриловой, кротоновой и коричной кислот, N-пропилиден-4-аминобензойной кислоты, хлорбензола, бромбензола, йодбензола, о-, м-, п-дихлорбензолов в мягких условиях (Т = 318 К, Рн2 = 0,1 МПа, растворитель – этанол) в присутствии палладийсодержащих углеродных наноматериалов (наноалмазы, оксид графита,

модифицированный аминами). Разработаны новые катализаторы восстановления органических соединений, содержащих нитрогруппу, >C=C<, >C=N– и C–Hal-связи, на основе палладия и оксида графита, функционализированного этилендиамином, диэтилентриамином и триэтилентетрамином. Обнаружено, что при увеличении длины цепи модифицирующего амина происходит повышение скорости реакции. Изучены реакции гидрирования указанных органических соединений в мягких условиях, в присутствии палладийсодержащих углеродных наноматериалов (наноалмазы, оксид графита, модифицированный аминами) при одинаковых условиях в рамках одной экспериментальной установки. Показано, что активность катализаторов на основе НА выше, чем на Pd/C, в 1,4 – 1,7 раза в гидрировании непредельных субстратов и в 2 – 3 раза в реакции восстановления нитрогруппы в нитробензоле и его пара-замещенных аналогах. Pd/НА и Pd/ФОГ оказались стабильными в гидрогенизации по сравнению с Pd/C. С помощью ЯМР ge-2D ^{1}H-^{13}C HSQC спектроскопии доказано существование в растворе таутомерного равновесия между N-пропилиден-4-аминобензойной кислотой (азометин) и N-пропенил-4-аминобензойной кислотой (енамин). Установлено, что азометин и енамин образуют водородную связь с молекулой этанола. При этом более прочная водородная связь образуется в аддукте молекул азометина и этанола, что приводит к смещению таутомерного равновесия между N-пропилиден-4-аминобензойной кислотой (азометин) и N-пропенил-4-аминобензойной кислотой (енамин) в сторону азометина.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416122320023-6, 23.12.2016

ВЛИЯНИЕ ОКСИДНО-СОЛЕВОЙ СРЕДЫ НА ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РАДИОАКТИВНОГО РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА В СОЛЕВОЙ ПЕЧИ

Для переработки графитсодержащих отходов установлена целесообразность использования в качестве окислителя четырехвалентных оксидов свинца и олова в расплавах солей Na_2CO_3, K_2CO_3, Li_2CO_3, которые обеспечивают снижение температуры взаимодействия реакторного графита с оксидами, а также закономерность механизма реакции на основе кинетических уравнений. На основе термодинамического моделирования изучено фазовое состояние отдельных радионуклидов в различных температурных интервалах при нагреве облученного реакторного графита в солевых расплавах. Предложена технологическая схема переработки облученного реакторного графита в солевой печи. Показаны и экспериментально подтверждены возможности улучшения технологии переработки облученного графита за счет использования в солевой среде Na_2CO_3 - K_2CO_3 - Li_2CO_3 в качестве окислителей оксидов свинца и олова.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»

№ АААА-В17-417060250055-3, 02.06.2017

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОБАВОК ЛИТИЯ, КАЛЬЦИЯ, ВИСМУТА, СЕРЕБРА И НИКЕЛЯ НА ПЛОТНОСТЬ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СВИНЦА И СМАЧИВАНИЕ ИМ СПЕЦСТАЛЕЙ

Цель: исследование влияния малых добавок лития, кальция, висмута, серебра и никеля на плотность и поверхностное натяжение (ПН) свинца, а также углы смачивания свинцовыми расплавами реакторных сталей. Исследование политерм углов смачивания подложек, плотности и ПН расплавов проведено с использованием вакуумной установки с водоохлаждаемым корпусом методом лежащей капли в атмосфере гелия. Фотографии капель, полученные с помощью цифровых фотокамер при измерениях угла смачивания, обработаны в среде CorelDraw, а при измерениях ПН – методом численного интегрирования уравнения Юнга - Лапласа. Получены политермы плотности и ПН разбавленных расплавов свинец - серебро, свинец - никель, свинец - кальций, свинец - висмут в широком интервале температур. Политермы плотности и ПН систем расплавов Pb - Ni, Pb - Ag, Pb - Ca описаны нелинейными уравнениями. Установлено, что политермы ПН расплавов систем свинец - серебро и свинец - никель имеют максимумы. Получены политермы углов смачивания расплавленным свинцом и висмутом новых высоконикелевых и ферритно-мартенситных реакторных сталей, и обнаружены области резкого снижения углов смачивания. Изучены политермы углов смачивания графита свинцом. Получены политермы углов смачивания стали 12Х18Н9Т расплавами Pb - Li и Pb - Bi.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В18-418122690050-6, 26.12.2018

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ДЕГРАДАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ И ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Объект исследования - повышение устойчивости композиционных углеродных материалов к процессам деградации, включающего разработку стойкого к электрохимической деградации материала для анодных заземлителей и к механическим разрушениям токосъемных элементов электротранспорта путем модифицирования новолачного связующего оксидом меди (I) и легирование наполнителя металлическими порошками и терморасширенным графитом. Цель исследования – разработать технологические основы повышения устойчивости к деградации композиционных углеродных материалов для анодных заземлителей систем противокоррозионной защиты, а также материалов для скользящих контактов токосъемных устройств. Разработаны технологические основы повышения устойчивости к деградации углеродных материалов для анодных заземлителей систем противокоррозионной защиты и материалов для скользящих контактов токосъемных устройств. Показано, что устойчивость к электрохимической деградации определяется структурой и свойствами карбонизованного новолачного связующего и повышается при модифицировании связующего оксидом меди (I) и при введении в наполнитель терморасширенного

графита в качестве легирующей добавки. Предложен критерий оценки перспективности применения углеродных материалов в качестве анодных заземлителей, основанный на сравнительной оценке скорости электрохимической деградации углеродных материалов, рассчитанной по изменению массы материала, и скорости накопления продуктов деградации. Показана возможность электрохимического модифицирования терморасширенного графита in situ генерируемым в условиях нестационарного электролиза нанодисперсным оксидом меди (I) и создания на его основе композиционных углеродных материалов с улучшенными физико-механическими свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (НПИ) ИМЕНИ М.И. ПЛАТОВА»

№ АААА-В18-418100990024-2, 09.10.2018

РАДИАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ГРАФИТА И ГРАФИТОПОДОБНОГО НИТРИДА БОРА

Объект исследования: графит и графитоподобный нитрид бора. Цель: разработка методов рентгеноструктурного анализа материалов, учитывающих асимметричное распределение величин микродеформаций слоистых анизотропных структур. Обнаружены радиационно-индуцированные стационарные структурные состояния и эффект пост-радиационной внутренней ползучести в наноструктурированных керамических материалах. Разработан и успешно применен метод для определения условий высокодозного и высокотемпературного реакторного облучения материаловедческих сборок в реакторе БН-600. Разработана оптическая методика с использованием теории рассеяния Рэлея для исследования наноструктуры диэлектрических материалов.

Разработчик: ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

№ АААА-В18-418062290033-2, 22.06.2018

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ MO - C ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СОСТАВА И ГРАФИТА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Объект исследования: система молибден – углерод эвтектического состава и графит при высоких температурах. Цель: создание экспериментальной установки и разработка новой методики для исследования в области высоких температур теплофизических свойств тугоплавких электропроводных материалов, исследование свойств системы Mo – C эвтектического состава, таких как теплота плавления, удельная энтальпия, теплоемкость, электросопротивление и термическое расширение в условиях высокого статического давления окружающего газа, а также исследование изобарного линейного расширения пиролитического графита в области вплоть до температуры плавления. Разработаны экспериментальная установка и методика для исследования теплофизических свойств хрупких тугоплавких электропроводящих веществ, в частности карбидов, методом субмиллисекундного однородного объемного импульсного нагрева с отключением тока по сигналу от пирометра. Впервые получены данные по теплоте плавления, изменению удельной энтальпии, удельной теплоемкости, электросопротивлению и термическому расширению системы Mo – C эвтектического состава в области температур 1600–2800 K. Впервые проведены прямые измерения изобарного линейного расширения по двум кристаллографическим направлениям слоистого кристалла пиролитического графита в области температур 3300–4800 K.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В19-419122490061-3, 24.12.2019

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА КОМПЛЕКС ИЗНОСОСТОЙКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СВМПЭ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ IN SITU

Разработана серия композиционных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и ряда наполнителей разного типа (органомодифицированный монтмориллонит (о-ММТ), нанопластины графита (НПГ), дисульфид молибдена (MoS_2), шунгит), полученных методом полимеризационного наполнения в суспензионном режиме в среде органического растворителя. Выявлены особенности износостойкости синтезированных композитов СВМПЭ в зависимости от типа наполнителя, его содержания и вида воздействия на композиты в процессе истирания. Установлено, что органомодификатор не только увеличивает межслоевое расстояние в частицах ММТ, обеспечивая интеркаляцию в них катализатора и расслоение на отдельные нанослои в процессе синтеза композитов, но также, находясь на межфазной поверхности полимер - наполнитель, оказывает пластифицирующее действие, существенно влияя на комплекс не только деформационно-прочностных свойств, но и износостойкость получаемых на его основе композитов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В19-419122390015-7, 23.12.2019

ВЛИЯНИЕ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Объект исследования: электродные материалы свинцово-кислотного источника тока. Цель: установление закономерностей, механизмов структурирования и взаимосвязи с физическими свойствами электродных материалов. Выявлено, что углеродный активатор, в том числе в виде многостенных и одностенных углеродных нанотрубок, в составе отрицательного электродного материала повышает до 20% удельные электрические характеристики. Проведенными из уравнения Навье – Стокса оценками скорости потока электролита внутри пор в электродных материалах впервые доказана существенность роли электроосмотических явлений в разрядно-зарядных процессах. Разработан оригинальный твердофазный источник тока медь (или другой переходный металл) – наноструктурированный графит, проведены

численные расчеты из первых принципов процесса интеркалирования в этой системе, обосновывающие возникновение разности потенциалов интеркалированием атомов меди в структуру упорядоченного ультрадисперсного графита на поверхности металлического электрода. Впервые с наноразмерным разрешением проведен последовательный и систематизированный анализ влияния углеродных активаторов на рост кристаллов основных соединений, выявлена роль явления электроосмоса.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В19-419110690035-9, 06.11.2019

ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Цель: установление взаимосвязи между условиями получения графитовой фольги (ГФ) на основе терморасширенного графита и ее газопроницаемостью для получения материала с заданными функциональными свойствами. Исследованы образцы ГФ из терморасширенного графита, полученного при температурах 600, 800, 1000°С на основе бисульфата графита (БСГ) I, II, III, IV ступеней, нитрата графита (НГ) II, III, IV ступеней и электрохимически окисленного графита. Установлены закономерности изменения газопроницаемости ГФ из терморасширенного графита (ТРГ), полученного на основе интеркалированных соединений графита (ИСГ) с серной и азотной кислотами, в зависимости от условий получения и состава материала: номера ступени ИСГ, температуры получения ТРГ, содержания аморфного углерода и примесей в ГФ.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-В19-419011090059-1, 10.01.2019

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИОКСИДОМ КРЕМНИЯ И СКРЫТОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ГРАФИТОМ

Цель исследования - разработка износостойкого полимерного нанокомпозита на основе политетрафторэтилена с комплексным наполнителем - модификатором системы «скрытокристаллический графит - диоксид кремния» для применения в металлополимерных трибосистемах изделий машиностроения. Определен оптимальный состав комплексного наполнителя (скрытокристаллический графит - 8% масс., диоксид кремния - 3% масс.), обеспечивающий наилучшее сочетание физико-механических свойств композита на основе ПТФЭ. Установлено, что ограничение теплового расширения при спекании разработанного нанокомпозита обеспечивает повышение его износостойкости в 2,7 раза по сравнению со свободным спеканием. Установлена закономерность изменения надмолекулярной структуры ПТФЭ при введении исследуемого комплексного наполнителя, заключающаяся в формировании сферолитоподобных элементов структуры размером порядка 50 мкм и повышении рентгеновской степени кристалличности за счет увеличения количества областей когерентного рассеяния при уменьшении их размеров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В19-519121090004-6, 10.12.2019

ОРИЕНТАЦИОННАЯ УПОРЯДОЧЕННОСТЬ И ПОДВИЖНОСТЬ СПИНОВЫХ ЗОНДОВ В МОЛЕКУЛЯРНО-ОРГАНИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Цель: разработка методов и подходов к определению ориентационной упорядоченности и вращательной подвижности молекул в ориентационно-упорядоченных образцах, а также трансляционной подвижности молекул в вязких средах при помощи спектроскопии ЭПР и установление связи между характеристиками примесных парамагнитных молекул и структурными и динамическими свойствами веществ и материалов. Объекты исследования: жидкие кристаллы, полимеры, низкотемпературные стекла, ионные жидкости, материалы на основе оксида графита. Разработан метод определения ориентационной функции распределения парамагнитных молекул в частично упорядоченных средах, основанный на численном анализе угловой зависимости спектров ЭПР и позволяющий устанавливать ориентационные параметры порядка до 6 - 18 рангов, а также характеристики вращательной подвижности радикалов. Показано, что численный анализ температурной зависимости концентрационного уширения линий спектров ЭПР позволяет устанавливать коэффициенты трансляционной диффузии парамагнитных молекул в вязких средах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-В20-420100890046-0, 08.10.2020

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ С ОКСИДАМИ ГРАФИТА: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАБУХШИХ СТРУКТУР

Исследованы системы оксидов графита (ОГ) с органическими жидкостями. Цель работы – систематическое исследование и определение физико-химических параметров процессов сорбции ОГ типа Броуди (B-GO) и типа Хаммерса (H-GO) в полярных органических жидкостях, а также проверка целесообразности термодинамического подхода при описании подобных процессов и материалов. Получены экспериментальные данные по сорбции и изменению межплоскостных расстояний в системах B-GO и H-GO с полярными жидкостями. Зафиксированы фазовые превращения в набухших структурах B-GO и H-GO. Получены сведения о подвижности сорбированных молекул полярных растворителей в межплоскостном пространстве ОГ. Разработана методика количественной оценки упорядоченности слоев в мембранах из ОГ. Результаты исследования могут быть использованы для разработки моделей диффузии полярных жидкостей сквозь ОГ, при синтезе новых композиционных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-В20-420011590020-2, 15.01.2020

СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФАЗ, СОСТОЯЩИХ ИЗ SP2+SP3 ГИБРИДИЗИРОВАННЫХ АТОМОВ

Цель работы – изучение закономерностей формирования структуры sp2+sp3 гибридных углеродных соединений и влияния их структуры и состава на электронные свойства. Применены: метод молекулярной механики ММ+, полуэмпирический квантово-механический метод PM3 и метод теории функционала плотности в градиентном приближении (DFT-GGA). Научная новизна и результаты работы связаны с проведением исследований структуры и электронных свойств новых гибридных sp2+sp3 углеродных материалов, структура которых модельно формируется из фуллеренов, нанотрубок или графеновых слоев. Научная ценность и значимость работы заключаются в исследовании новых углеродных соединений, являющихся структурными формами углерода, промежуточными между графитом и алмазом. Область применения – теоретический анализ возможных кристаллических структур, соединений с преимущественно ковалентным типом химических связей, а также разработка технологий синтеза новых углеродных материалов для электроники и водородной энергетики.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В20-420011090057-3, 10.01.2020

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОПОРОГОВОЙ ПОЛЕВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ ИЗ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ СТРУКТУР

Разработан комплексный подход к исследованию эффекта низкопороговой полевой эмиссии с использованием ряда методик: энергетического распределения эмитированных электронов, вольт-амперных зависимостей, полевой эмиссионной микроскопии, растровой электронной микроскопии высокого разрешения и рамановской спектроскопии. Дополнительно проведены эксперименты с применением рентгеновской дифракции и импульсные исследования в наносекундном диапазоне. На широком круге материалов установлено, что явление низкопороговой полевой эмиссии является не частным эффектом, присущим отдельной углеродной структуре, а общим для всех исследованных углеродных материалов (высокоориентированный пиролитический графит, многослойные графеноподобные структуры, полученные детонационным синтезом, и нанотрубки). Обнаружена зависимость эффекта низкопороговой полевой эмиссии от деформационных возмущений поверхности углеродного эмиттера в электрическом поле. Характер энергетического распределения по полным энергиям демонстрирует общую тенденцию поведения для всех рассмотренных углеродных структур. Обнаружена новая зависимость в энергетическом спектре электронов, состоящая в появлении двух максимумов РЭП для графеноподобных структур. Проведены дополнительные импульсные исследования в области сильных электрических полей. Подтвержден эффект сильноточной электронной эмиссии из высокоориентированного пиролитического графита, наблюдавшийся ранее на углеродных нанотрубках и графеноподобных структурах, в импульсных электрических полях E ≥ 10 В/мкм. Результаты импульсных исследований являются дополнительным доказательством возможности получения больших плотностей тока (j = 10^4 А/см^2) и абсолютных значений токов из графеноподобных структур. Показана практическая значимость проведенных исследований в приложении к созданию новых высокоинтенсивных источников электронов для задач вакуумной нано- и сильноточной электроники и создания новых ненакаливаемых катодов для импульсной рентгеновской техники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

№ АААА-В20-420070790011-5, 07.07.2020

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КИСЛОРОДА И ВОДОРОДА НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА И НИКЕЛЯ, НАНЕСЕННЫХ НА ВЫСОКООРИЕНТИРОВАННЫЙ ПИРОЛИТИЧЕСКИЙ ГРАФИТ

Работа посвящена определению адсорбционных свойств по отношению к молекулярному водороду и кислороду моно- и бикомпонентных покрытий на основе единичных нанесенных наночастиц золота и никеля на высокоориентированном пиролитическом графите в зависимости от их морфологии и электронного строения. Установлены ключевые закономерности взаимодействия указанных газов на данных покрытиях. Впервые экспериментально показано активное участие границы золото-графит в диссоциативной адсорбции водорода на наночастицах золота. Установлено, что данный процесс протекает вне зависимости от метода синтеза наночастиц. Продемонстрировано, что процесс диссоциативной адсорбции водорода на поверхности наночастиц золота может быть ингибирован за счет воздействия внешнего постоянного электрического поля с напряженностью $10^5 < E < 10^6$ В/м. Для окисленных аморфных наночастиц никеля определен механизм их восстановления водородом, включающий три стадии: взаимодействие водорода с слабосвязанным кислородом на поверхности оксида никеля, затем проникновение водорода через поры в оксиде и восстановление никеля вблизи металлического ядра частицы, затем распространение процесса восстановления от ядра к поверхности. В работе обнаружен синергетический эффект в реакции синтеза воды на поверхности бикомпонентного покрытия из наночастиц золота и оксида никеля, и предложено его объяснение накоплением водорода на оксиде никеля и его дальнейшей миграцией на наночастицы золота.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 421021200047-5, 12.02.2021

ДИСПЕРСИОННЫЕ СИЛЫ В СЛОИСТЫХ ПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУРАХ

Для набора равноотстоящих проводящих плоскостей получена зависимость энергии Ван-дер-Ваальса/Казимира (ВдВ/К) от числа плоскостей и их проводимости. Получено выражение для силы ВдВ/К, действующей на каждую плоскость в наборе плоскостей. Показано свободная энергия ВдВ/К и энергии адсорбции атома набором проводящих плоскостей. Получены главные низкотемпературные поправки. Показано, что в наборе проводящих плоскостей, при малых расстояниях

между ними, энергия ВдВ/К пропорциональна расстаянию в степени «-5/2». На основе полученной зависимости энергии ВдВ/К от числа плоскостей и проводимости показано, что энергия связи между слоями графита совпадает по порядку величины с энергией ВдВ/К.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГОСТ

№ 52729-2007, 01.07.2008

ГРАФИТ СКРЫТОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Настоящий стандарт распространяется на скрытокристаллический графит природного происхождения, полученный путем размола и обогащения графитовых руд и предназначенный для использования в литейном и металлургическом производствах и других отраслях промышленности.

Разработчик: ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛИТЕЙНЫХ МАШИН, МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ» (ОАО «НИИЛИТМАШ»)

№ 7478-75, 01.01.1977

ГРАФИТ ЭЛЕМЕНТНЫЙ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Настоящий стандарт распространяется на обогащенный кристаллический естественный графит Завальевского и Тайгинского месторождения, предназначенный для производства первичных химических источников тока.

Разработчик: МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СССР

ТУ (технические условия)

№ 21-25-281-84, 01.09.1984

ГРАФИТ ЗАВАЛЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ

Настоящие технические условия распространяются на графит Завальевского месторождения, обогащенный без химической обработки и предназначенный для изготовления фрикционных дисков. Установленные настоящими техническими условиями показатели технического уровня предусмотрены для первой категории качества.

Разработчик: ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ (ВНИИНЕРУД)

ГРАФЕН – производство

НИОКТР

№ АААА-А16-116020310327-0, 14.01.2016

ПРЯМОЙ СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУР ПРИ ГОМОГЕННОЙ НУКЛЕАЦИИ УГЛЕРОДА В АРГОНОВОЙ ПЛАЗМЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

В проекте предполагается получение углеродных наноматериалов (сажа, нанотрубки, графены) при безкаталитическом разложении углеводородных газов в плазмоструйном реакторе мощностью до 30 кВт. Будет исследовано влияние геометрии (цилиндр, конус, усеченный цилиндр) и материала (бронза, сталь, графит) реактора, скорости расхода аргона и углеводородов (пропан, бутан, метан, ацетилен и др.), на морфологические свойства наноматериалов, их фазовой состав, а также проведена оптимизация параметров плазмоструйного способа получения гомофазных углеродных наноструктур при непрерывной подаче источников углерода.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОВРЕМЕННЫЕ ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

№ АААА-А16-116020350107-6, 25.01.2016

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПЛАЗМОННЫХ ВЕЗИКУЛ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Проект направлен на решение фундаментальной научной проблемы, связанной с созданием новых типов плазмонных везикул для биомедицинского применения и спектроскопии поверхностно-усиленного комбинационного рассеяния. Предлагаемые материалы могут выполнять роль темплатов для кластеров наночастиц благородных металлов (или композитов на их основе) и выступать в роли «хозяина» для молекулы «гостя», обладающей соответствующими размерами.

В работе предполагается создание фото- и pH-чувствительных оболочек везикул, которые будут обеспечивать в течение длительного времени стабильность и их биосовместимость, и претерпевать контролируемое разрушение оболочки под воздействием света или изменения кислотности среды. Различный состав ядер везикул позволит получать синергетический эффект от свойств наночастиц, входящих в его состав. Введение во внешнюю оболочку наночастиц золота или серебра, обладающих плазмонными свойствами, высоким химическим сродством к серо- и азотсодержащим группам, способностью преобразовывать световую энергию в тепловую, позволит использовать везикулы для адресной доставки лекарств, био-визуализации и в гипертермическом лечении злокачественных новообразований. Введение композитов на основе золота и серебра в ядро везикул позволит проводить прецизионную подстройку полосы плазмонного резонанса везикулы под длину возбуждения и лазера и полосу поглощения аналита, что обеспечит большее усиление сигнала в спектроскопии комбинационного рассеяния и повысит точность анализа. Введение в состав везикул суперпарамагнитного оксида железа позволит использовать воздействие внешнего магнитного поля не

только для адресной доставки лекарств и гипертермии, но и даст возможность дополнительно концентрировать раствор анализируемого вещества на магнитно-плазмонных везикулах. Это будет способствовать повышению чувствительности метода и приведет к дополнительному усилению сигнала в спектре КР. Введение в состав везикул производных графена, содержащих различные функциональные группы, будет способствовать хемосорбции наночастиц благородного металла и позволит модифицировать поверхность оксида графита различными препаратами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А16-116093010052-8, 16.09.2016

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУР УГЛЕРОДА ИЗ УГЛЕЙ РАЗНОЙ СТАДИИ МЕТАМОРФИЗМА

В основном для получения углеродных наноматериалов (нанотрубок, нанолуковиц, фуллеренов, графенов) используется графит, жидкие и газообразные углеводороды. Однако в природе существуют более дешевые и доступные источники углерода. Они могли бы стать потенциальной материальной базой для крупнотоннажного производства углеродных наноматериалов с целью применения в химии, биологии, медицине, энергетике, машиностроении, электронике, строительных и конструкционных материалах, авиа- и космической технике, взрывном деле. К их числу относятся ископаемые угли, мировые запасы которых составляют около 900 млрд т. Структура каменных углей является не кристаллической, как у графита, а мезоморфной. Она представляет собой плоские гексагональные сетки углеродных атомов с периферийно связанными углеродными открытыми цепями, несущими функциональные группы.

Для решения поставленных задач планируется проведение механодеструкции, жидкостной эксфолиации в термических условиях, электродугового синтеза в инертной атмосфере, плазменного синтеза, химического осаждения из газовой фазы, гидротермального синтеза, синтеза в сверхкритических жидкостях. Предварительные эксперименты показали возможность получения устойчивых дисперсий оксида графена из угля высокой стадии метаморфизма с содержанием углерода > 95% методом жидкостной эксфолиации. Подобные структуры из углей низкой стадии метаморфизма могут использоваться в качестве квантовых точек. Проведены исследования осаждения летучих веществ углей с содержанием углерода <70% в каталитическом реакторе. В осажденной массе найдены углеродные нанотрубки.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»

№ АААА-А16-116021110306-4, 04.02.2016

СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Проект направлен на решение одной из фундаментальных проблем физической химии – изучение особенностей процесса образования твердой фазы из газообразной реакционной среды в условиях адиабатического сжатия. Исследования, которые планируется провести в рамках настоящего проекта, позволят получить новые экспериментальные данные о процессах образования твердых наночастиц кремния и его соединений в объеме реактора адиабатического сжатия из газовой фазы. Экспериментальные исследования по получению нанопорошков кремния и его соединений будут сопровождаться аналитическими измерениями морфологии, химического состава и структуры образующихся наночастиц, а также измерениями электрохимических характеристик нового типа литий-ионных аккумуляторов, которых в качестве анодного материала будут использованы композиты на основе кремния или карбида кремния, покрытые проводящим углеродным слоем (сажа, графит, графен), будут предложены альтернативные приемы синтеза, обеспечивающие проводимость получаемых наноструктур.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117040610368-7, 15.03.2017

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА

Синтез углеродсодержащих наноматериалов, включая разработку методов заполнения внутренних полостей однослойных и многослойных углеродных нанотрубок неорганическими соединениями. Исследование электронной структуры методами рентгеновской спектроскопии и квантовой химии ряда углеродных наноматериалов, включая продукты взаимодействия графита с парами лития, наноструктуры синтезированные в условиях быстрого адиабатического сжатия, азотсодержащие углеродные нанотрубки. Химическая модификация нанохорнов и изучение возможности их применения в гипертермии. Исследование электрохимических свойств углеродных наноматериалов и гибридных структур на их основе. Разработка методов CVD синтеза графена и способов его переноса на разные подложки. Рентгеноспектральное исследование электронной структуры допированных углеродных наноматериалов. Исследование автоэмиссионных свойств массивов ориентированных углеродных нанотрубок. Разработка методов CVD УНТ различной текстуры и формирование упорядоченных структур для терагерцовых применений. Рентгеноэлектронное и рентгеноспектральное исследование электронного строения химически функционализированных углеродных материалов. Исследование диэлектрического низкочастотного, гигагерцового и терагерцового отклика композитных материалов на основе углеродных наноструктур.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118021390067-6, 06.02.2018

ОСВОЕНИЕ МАЛОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ МЕТОДОМ ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ

Графен – это двумерный материал, который интенсивно исследуется в последние годы в связи с его уникальными электрофизическими параметрами (почти баллистический

перенос носителей заряда, высокая прочность, низкое оптическое поглощение и т.д.). Однако технологии изготовления его в настоящее время недостаточно отработаны. Так, примененный Нобелевскими лауреатами А.Геймом и К. Новоселовым (2010 год – «За новаторские эксперименты, касающиеся двумерного материала графена») метод микромеханического отслаивания с помощью липкой ленты не может рассматриваться даже как малосерийный. Модификация метода получения графеновых листов отслаиванием от графита в жидкой фазе (методика Ленгмюра-Блоджетт) описанная в работе [Size-controlled synthesis of graphite nanoflakes and multi-layer grapheme by liquid phase exfoliation of natural graphite/ A.V. Alaferdov, A. Gholamipour-Shirazi, M.A. Canesqui, Yu.A. Danilov, S.A. Moshkalev // Carbon. – 2014. – V.69. – P.525-535] – работа получила признание научного сообщества как оригинальная и перспективная. Отработанная технология получения графена может быть использована для формирования отдельных флейков с латеральными размерами 1 – 4 мкм и толщиной до 20 нм, а также тонких (с контролируемой толщиной) равномерно распределенных, полупрозрачных и высокопроводящих пленок из пластин многослойного графена. Эти слои могут быть использованы в качестве базы для приборов наноэлектроники, в том числе для области СВЧ, компонентов в композитных материалах, покрытий светоизлучающих структур, а также в биотехнологиях и в энергетических накопителях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

№ АААА-А18-118091790107-8, 14.09.2018

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОЛУЧЕНИЮ И МОДИФИКАЦИИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА С ПОМОЩЬЮ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Проект направлен на разработку научных основ технологий создания перспективных для электрохимических приложений материалов с использованием сверхкритического диоксида углерода. В частности, будет развит новый подход к синтезу дисперсных частиц и аэрогелей оксидов переходных металлов в сверхкритическом CO_2. Будет продемонстрировано, что данный подход выигрышно отличается простотой и эффективностью процесса синтеза в сравнении с известными из литературы традиционными методами, а получаемые материалы характеризуются высокой электрохимической активностью и перспективны для приложений, в частности, как электрокатализаторы реакции восстановления кислорода. Также планируется систематически изучить возможность функционализации дисперсных углеродных подложек в бифазных системах на основе диоксида углерода под давлением в присутствии кислот, самонейтрализующихся и самопроизвольно покидающих материал при декомпрессии. Эта особенность использования самоустраняющихся агентов особенно важна для электрохимии в силу выраженной чувствительности электрокатализа к возможным остаточным следовым примесям.

Исследования будут нацелены на итоговое получение электрокатализаторов посредством дальнейшего осаждения на такие модифицированные подложки электрокаталитически активных наночастиц в среде сверхкритического диоксида углерода с упором на реализацию процесса синтеза «в одном сосуде» в отличие от типично используемых на текущий момент многостадийных подходов.

В рамках проекта предлагается изучить механизмы электрохимического расщепления графита в электролитах на основе сверхкритического диоксида углерода с целью получения графена и/или оксида графена. Это может привести к разработке недорого и быстрого способа получения графена/оксида графена – перспективного материала с высокой удельной поверхностью для широкого ряда электрохимических приложений – от сенсоров до электрохимических источников тока, в том числе в форме полимер-неорганических композитов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А19-119042590092-0, 23.04.2019

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО ГРАФИТА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ, ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЕГО ОСНОВЕ.

Среди многочисленных форм наноразмерного углерода, таких как графен, нанотрубки, фуллерены и др, расширенный графит (РГ) является наиболее востребованным материалом и производится в промышленных масштабах. РГ применяется для создания изделий без добавки связующего, а также в качестве наполнителя в полимерных композиционных материалах. Высокая анизотропия формы, электро- и теплопроводящие свойства РГ позволяют создавать на его основе композиты с улучшенным комплексом физико-химических свойств. Существующий промышленный способ получения РГ основан на двухстадийном процессе – окисление графита/термическое расширение.

В работе предлагается разработка принципиально нового метода получения РГ путем плазмохимической обработки природного графита. В результате выполнения проекта будет создана научная основа технологии нового поколения для получения наноразмерного графита. В процессе реализации проекта свойства получаемого РГ будут исследованы с привлечением комплекса современных физико-химических методов, установлена их взаимосвязь с условиями синтеза. Полученный плазмохимическим методом РГ будет использован в качестве наполнителя для создания полимерных композиционных материалов с высокими электрическими, тепловыми, механическими и барьерными свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИМ. А.Н.НЕСМЕЯНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119032890027-0, 28.03.2019

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе ставится задача развития/создания: 1. технологий MOCVD для получения новых типов эпитаксиальных пленок для фотоприемников, лазеров, устройств волоконной оптики топологических диэлектриков; 2. технологии получения тек-

стурированных и эпитаксиальных пленок. оксидов и металлов для устройств акустоэлектроники, оптики, электроники и оптоэлектроники; 3. получения тонких пленок углерода, в том числе графена, а также исследование структуры пленок, полученных различными методами; 4. исследований оптических и полупроводниковых свойств алмазов/пленок; 5. технологии получения нового оптического материала – оксидных прозрачных, оптических, в том числе, лазерных керамик. Создание технологии получения лазерных элементов на основе таких керамик, а также технологии получения крупногабаритных лазерных элементов для мощных лазеров; 6. материалов и технологий создания СВЧ излучателей высокой мощности с лазерным возбуждением. Исследование характеристик таких излучателей; 7. принципов построения и технологии получения, микромеханических тепловизионных матриц с оптическим считыванием теплового латентного изображения; 8. разработки функциональных структур металл/нанокомпозит (НК)/металл на базе матриц анодного оксида алюминия (АОА), алмазоподобного графита (DLC) и оксидов, которые проявляют эффекты многоуровневого резистивного переключения (РП), или спин-зависимого магнетосопротивления и могут быть использованы для создания аналоговой энергонезависимой памяти с произвольной выборкой (RRAM-MRAM) и элементов, моделирующих функции синапса для биоподобных (нейроморфных) процессорных устройств. Изучение механизмов формирования в НК каналов проводимости, в том числе, в магнитных полях, в которых ожидаются эффекты спин-зависимого гигантского магнетосопротивления; 9. разработки новых физических принципов, методов и материалов для создания перспективной элементной базы и устройств твердотельной электроники СВЧ, в том числе устройств миллиметрового диапазона волн; 10. изучения физических механизмов воздействия сильных электрических полей и выдержки при повышенных температурах сверхтонких (менее 5 нм) изолирующих слоев структур полупроводниковой наноэлектроники; 11. получения и исследования устойчивости сегнетоэлектрических пленок $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ (BST), как элементов памяти функциональной микроэлектроники, к внешним воздействующим факторам.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121060800173-7, 21.05.2021

КОЛЛОИДНЫЕ И ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ В СВЕРХКРИТИЧЕСКОМ ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА

В рамках проекта будет проведено детальное исследование процессов формирования аэрогелей оксидов металлов (железа, марганца) при термическом разложении карбонилов соответствующих металлов в обогащенном кислородом сверхкритическом CO_2. Для этого перспективного одностадийного подхода к синтезу аэрогелей будет изучено влияние структуры карбонила и, главным образом, концентрации карбонильных групп, на процесс зародышеобразования наночастиц оксида и их дальнейшего роста с формированием трехмерной сетки. Также будет проведено изучение кинетики процесса в зависимости от условий синтеза (температуры, давления, концентрации прекурсора). Будет развит подход к синтезу графена путем электрохимического расщепления графита в сверхкритическом электролите.

Ожидается, что за счет синергетического эффекта механизмов расщепления в сверхкритических средах и электрохимического расщепления удастся существенно поднять эффективность синтеза для массового производства графена. Также в проекте будут получены новые фторированные циклофосфазены – химические соединения, использование которых является перспективным при создании огнезащитных покрытий, их фазовое поведение в коллоидных растворах и дисперсиях в сверхкритическом CO_2 будет исследовано с применением оптических ячеек высокого давления.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ 121121700316-7, 15.12.2021

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ АНОДОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.

Проект направлен на: - создание композиционного материала на основе одной или нескольких форм графита (технический графит, углеродные волокна, мультислойный графен (МСГ), нанотрубки) и нанокремния; - разработку технологии изготовления анодов литий-ионных аккумуляторов повышенной энергоемкости одновременным синтезом упругих графитовых сред и наночастиц кремния микроволновым нагревом.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «АМВР»

№ АААА-А20-120081490003-2, 14.07.2022

ИОДОНИЕВЫЕ СОЛИ: СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СОЗДАНИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ФОТОНИКИ И ПЛАЗМОНИКИ

Проект представляет собой междисциплинарное исследование, посвященное как фундаментальным аспектам синтеза новых реагентов на основе гипервалентного иода, так и их использованию в органической химии и дизайне новых полезных материалов. При выполнении первых этапов проекта предложена удобная альтернатива традиционным реагентам – иодониевые соли, способные к реакции ковалентной модификации поверхностей под действием внешних стимулов (в особенности, света и плазмона). Далее планируется развить методы модификации с использованием данных реагентов и применить их для новых материалов, включая MXены и другие 2D-материалы (например, графен); провести синтез новых гидрофобных и амфифильных наноматериалов с использованием комбинации различных реагентов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122030300118-5, 03.03.2022

НЕРАВНОВЕСНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПАРОВ В ДУГОВОМ РАЗРЯДЕ

Электродуговой разряд может эффективно применяться для синтеза широкого спектра наноматериалов. Варьируя параметры разряда и добавляя в систему каталитические

комплексы, возможно, получать все существующие аллотропные модификации углерода: алмазы, луковичные структуры, фуллерены, нанотрубки (УНТ), графен, аморфный углерод и др. Помимо получения самих углеродных наноматериалов графитовая дуга может применяться для синтеза композиционных материалов, состоящих из углерода и металлов, их оксидов или карбидов. В таких композитах углерод выступает в качестве аморфной матрицы, а металлы или их соединения активными компонентами. Процесс создания таких материалов основан на совместном распылении композитного электрода углерод – элемент добавки. В данном случае углерод обеспечивает высокую температуру распыления электрода и его механическую стабильность при сублимации. При электродуговом распылении элементов, имеющих давление насыщенных паров выше, чем у графита происходит эффективное перемешивание материалов добавки с углеродной матрицей, что позволяет получать высокодисперсные системы из наночастиц элементов добавки, инкапсулированных в углеродную матрицу.

Настоящий проект направлен на исследование процессов конденсации различных элементов в насыщенной углеродом среде при распылении в графитовой дуге. Главной целью проекта является разработка научных основ технологий синтеза материалов с заданной морфологией различных элементов, развитие технологий селективного синтеза наночастиц с заданным фазовым состоянием и стехиометрией. Будет проведено теоретическое и экспериментальное исследования режимов электродугового синтеза в широком диапазоне параметров. Акцент в исследованиях будет делаться на апробации теоретической модели и выявление новых не учтенных физических процессов при распылении металлов в углеродной дуге и получении новых материалов с уникальными свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119012190118-4, 27.04.2022

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ 3D ВЫСОКОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ, ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Проект посвящен созданию новых 3D графеновых структур для биомедицинских, экологических и электрохимических применений. Будут определены оптимальные условия гидротермального синтеза, при которых формируется 3D гидрогель с прочной непрерывной структурой пор, однородных по размеру, изучено влияние процессов восстановления пен на основе оксида графена при гидротермальной обработке на электрические свойства полученных материалов, что является важным фактором для оценки качества гелей. Для создания аэрогелей на основе графена в проекте будет проведена криохимическая сушка, что позволит получить механически прочные, обладающие большой удельной поверхностью и высокой проводимостью графеновые аэрогели.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А18-118111390026-1, 17.10.2022

СЛОИСТЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И 2D-КАРБИДОВ ТИТАНА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ И СЕНСОРИКИ

В настоящем проекте предлагается выполнить комплексное экспериментальное междисциплинарное исследование макроскопических свойств (сорбция, набухание, фазовые переходы) для перспективного класса нано-структурированных материалов – слоистых структур на основе различных типов оксида графена (ОГ), органических молекул – интеркалатов и слоистых карбидов титана (М-ксенов). Впервые будет прослежено изменение физико-химических параметров синтезируемых гибридных систем в зависимости от слойности, степени упорядоченности слоевой структуры, типа и характера поверхностных функциональных групп, температуры, природы сорбируемой полярной жидкости или электролита.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А19-119122390021-1, 21.04.2022

МЕТАПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА КАК ОСНОВА ГКР-СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКО- И ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы, а именно разработку комплексных подходов к созданию двухмерных метаматериалов – структурированных на наноуровне композитов на основе графена, наночастиц серебра и органических соединений – с заданными оптическими свойствами, которые будут служить основой ГКР-активных сенсорных элементов нового поколения. Использование метаповерхностей на основе графена и его производных позволит защитить металлические наночастицы от окисления, улучшить адгезию аналита к сенсорной поверхности, а также будет препятствовать деградации аналита за счет защитного покрытия из графена, разделяющего аналит от частиц серебра.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А20-120082190005-6, 07.10.2022

МЕТОДЫ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМОЙ САМОСБОРКИ 2D-НАНОСТРУКТУР И ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Проект направлен на всестороннее изучение фундаментальных основ и закономерностей получения новых слоистых 3D наноматериалов на основе графена и

сульфида молибдена, модифицированных органическими функциональными группами.

В результате проекта будут решены следующие задачи: - разработка методов получения новых производных диазониевых солей для дальнейшей модификации; - разработка методов получения и модификации 2D материалов с использованием полученных арендиазониевых солей; - разработка методов получения стабильных 3D- композитов методами самосборки и последующее исследование его свойств в электрохимических превращениях, как в качестве электродного материала, так и в качестве электрохимического катализатора.

На сегодняшний день 3D слоистые «сэндвич» структуры на основе графена/MoS_2, являются одними из наиболее перспективных материалов в области электрохимии благодаря синергетическому эффекту их электрохимических свойств. Однако, главный недостаток таких систем – устойчивость системы при измерениях и в процессе применения – является «камнем преткновения» для их широкого распространения. В рамках выполнения проекта планируется: разработать новые методы получения таких материалов с использованием самосборки поверхностно-модифицированных прекурсоров; провести исследование электрохимических свойств полученных материалов и оценить потенциальные сферы применения в дизайне суперконденсаторов и электрохимических катализаторов.

Таким образом, проект позволит получить новые фундаментальные знания о создании устойчивых 3D композитов, что открывает широкие возможности применения систем в различных областях науки.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120090290085-2, 06.10.2022

КОМПОЗИТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Проект направлен на разработку новых анодных материалов литий ионных аккумуляторов на основе сульфида молибдена с улучшенными функциональными свойствами: повышенной удельной емкостью и скоростью заряд-разрядных процессов, стабильностью свойств при длительном заряд-разрядном циклировании. Одной из важных фундаментальных задач проекта является изучение закономерностей формирования композитных электродных материалов и взаимосвязи их состава, структуры и электрохимических свойств в отношении высокоэффективного запасания энергии.

Научная новизна проекта заключается в получении новых по составу и структуре электродных материалов на основе сульфида молибдена, обеспечивающих повышенные функциональные свойства. Для этого будут использованы подходы как по химическому синтезу композитных материалов на основе сульфида молибдена в присутствии молекулярных (этилендиокситиофен) и полимерных форм (поли-3,4-этилендиокситиофен) и структур восстановленного оксида графена, так и механохимическому синтезу.

Новизну представляет также проведение сравнительного исследования функциональных свойств материалов при применении разных по природе связующих компонентов и использовании традиционных жидких алкилкарбонатных электролитов и гелевых электролитов. Используемые подходы направлены на создание химической среды, обеспечивающей эффективное извлечение емкости и препятствующей распаду сложной структуры материалов на основе сульфида молибдена в ходе редокс-циклирования за счет химических взаимодействий функциональных групп во вводимых компонентах с ионами щелочного металла и серой, а также механически удерживающей перенос полисульфидов.

В результате выполнения проекта ожидается получение новых анодных материалов на основе сульфида молибдена с повышенными величинами удельной емкости и стабильностью материала. Будут установлены условия синтеза композитных материалов различного состава, изучены их электрохимические свойства с применением методов циклической вольтамперометрии, заряд-разрядных кривых и спектроскопии электрохимического импеданса. Для репрезентативных материалов будут проведены исследования структуры и химического состояния элементов методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS), сканирующей электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, рентгеновской дифракции.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122120100057-7, 29.11.2022

СОЗДАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА И НАНОРАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Разработка научных подходов к проблеме получения новых наполненных композиционных материалов различной природы, содержащих углеродные нанонаполнители, в настоящее время является одним из активно развивающихся направлений современного материаловедения. Уникальные свойства этих соединений углерода обусловлены наличием двумерной структуры, что позволяет создавать с их использованием материалы, обладающие новым комплексом свойств. Интерес к подобным системам обусловлен широкими перспективами практического применения получаемых изделий. В этой связи разработка полимерных материалов на основе биоразлагаемого полиэфира полилактида, синтезируемого из природного сырья, содержащих в качестве наполнителей нанопластины графита (НПГ) и восстановленный оксид графена (ВОГ), представляет собой перспективное направление работ, проводимых в этой области, поскольку открывает пути к созданию наполненных композиционных материалов, обладающих новым комплексом свойств.

Использование в качестве полимерной матрицы представителя «зеленых» полимеров – полилактида, синтезируемого из продукта брожения сельскохозяйственных отходов – молочной кислоты, способствует решению такой актуальной экологической проблемы как утилизация композиционных материалов после окончания сроков эксплуатации под действием окружающей среды с образованием безвредных для природы веществ.

Получение композиций предполагается осуществлять как из раствора, так и в твердой фазе в условиях воздействия высокоинтенсивных сдвиговых деформаций, обеспечивающих образование материалов с повышенной гомогенностью

распределения компонентов и, следовательно, обладающих улучшенными характеристиками.

Измерение механических, теплофизических и электропроводящих характеристик композиций позволит сделать вывод о влиянии способа получения, природы и содержания наполнителей на комплекс свойств получаемых материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122012100168-8, 14.01.2022

МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРА СЛОЖНООРГАНИЗОВАННЫХ МАКРОМОЛЕКУЛ

Разработка высокоэффективных методов направленного синтеза новых гребнеобразных и звездообразных полимеров на основе полиимидов и сложных полиэфиров с привитыми (производные метакриловой кислоты, полилактид, поликапролактон, полиоксазолины) цепями, определяющими функциональные свойства (pH и термочувствительность, биосовместимость и биоразлагаемость) сополимеров. Изучение молекулярных характеристик и физико-химических свойств, указанных сополимерных структур с целью формулирования условий для получения материалов с заданными свойствами.

Разработка методов синтеза наноструктурированных композиционных материалов на основе полианилина и полипиррола с аллотропическими формами углерода (графит, графен, нанотрубки), имеющих структуру типа «ядро-оболочка» с целенаправленным варьированием структуры наночастиц. Определение морфологии, спектральных, электропроводящих и окислительно-восстановительных свойств композиционных материалов. Оценка возможности практического использования композитов в гетерогенном катализе, энергосберегающих и сенсорных устройствах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119122490075-3, 06.07.2022

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА ПОЛНОСТЬЮ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСХЕМЫ С ГРАФЕНОМ

В проекте будет создан прототип полностью интегральной оптической микросхемы на основе графена, включающая в себя все основные элементы: источник света, модулятор и детектор на одном чипе. Устройства нанофотоники с графеном будут изготавливаться с помощью механического переноса и литографического структурирования, что позволит реализовать оптимальную конфигурацию для длительного взаимодействия излучения вдиэлектрическом волноводе с графеном на его поверхности, а использование высококачественных микрорезонаторов и интерферометров, позволит получать гибкие в проектировании и использовании схемы как для миниатюризации уже существующих устройств (модуляторы, источники света, фотодетекторы и т.д.), так и создания на этой основе новых, сложных устройств, которые невозможно сделать на объемных компонентах (интегральная оптическая фазированная антенная решетка, твердотельный лазерный дефлектор, оптический аналого-цифровой преобразователь и др.).

Разрабатываемый подход совместим с КМОП-технологией, что позволяет в будущем добиться интеграции с низкой стоимостью и высокой плотностью компонентов, в телекоммуникационном диапазоне длин волн.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119041790074-7, 29.03.2022

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА НАНОСТРУКТУРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ АДСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДООЧИСТКИ

Впервые предложен инновационных подход к созданию нового типа сорбентов для использования в технологиях водоочистки, сочетающий в себе использование двумерных наноматериалов – эксфолированных графита и нитрида бора с высокой удельной поверхностью и наночастиц железа, являющихся эффективными катализаторами в реакциях окисления органических примесей. Наличие у созданных композиционных материалов магнитных свойств обуславливается присутствием магнитных фаз оксида железа, обеспечивающих возможность осуществления сбора загрязненного примесями продукта для его последующего рециклинга. Эффективность рециклинга (восстановления свойств путем пиролиза абсорбированных органических поллютантов) будет обеспечиваться присутствием высокотемпературных фаз углерода и нитрида бора, обратимо сохраняющих свои физико-химические характеристики после нагрева до температур 800-1000 °C.

По своим качественным характеристикам результаты исследований будут обладать следующими преимуществами: экологичностью, эффективностью (за счет применения наиболее перспективных технических решений в ходе синтеза наночастиц – ультразвуковых установок), экономичностью (по сравнению с наиболее распространенными методами – плазменным и методом электрического взрыва проводников), производительностью, универсальностью (за счет возможности применения наноструктурных слоистых пеноподобных материалов на основе эксфолированных углерода и нитрида бора, модифицированных наночастицами железа, на различных стадиях очистки вод, так и в технологиях комплексной очистки воды).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ 116020510078, 15.01.2016

СИНТЕЗ НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СРЕДЕ РАСПЛАВЛЕННЫХ СОЛЕЙ

Новые углеродные материалы являются наиболее перспективными для современного материаловедения. Многочисленные работы в настоящее время посвящены

синтезу графена, его производных, а также композитных материалов и частиц его содержащих.

В данной работе будет произведено исследование химического и электрохимического взаимодействия различных углеродных прекурсоров (карбидов металлов и неметаллов, а также твердых органических веществ) с расплавленными солями в присутствии металлов катализаторов.

Целью данной работы является создание новых методов синтеза графена, допированного азотом графена, а также металл-графеновых композитов (цинк-графен). Кроме того, будут изучены условия синтеза композитных частиц графен-оксид металла. Будут тщательно исследованы структура, физко-химические свойства, а также электрохимическая активность полученных углеродных объектов и графено-содержащих композитных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116122810214-9, 22.12.2016

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, СПЕКТРОСКОПИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Основные из целей проекта:

- изучение с помощью методов квантовой химии особенностей взаимодействия наиболее стабильных наноразмерных фрагментов диоксидов урана и плутония с молекулами воды и нитратными группировками;

- исследование процессов связывания наночастицами оксидов(оксигидратов) титана, кремния и оксидами графена ионов урана и плутония в нейтральных водных растворах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 116021950003, 10.02.2016

НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ - НОВЫЙ МАТЕРИАЛ ЛИТИЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Цель работы – определение основных параметров синтеза нанокомпозитов на основе сложных оксидов переходных металлов, исследование их свойств с целью определения природы, морфологии, общих закономерностей, позволяющих целенаправленно решать задачу в рамках программы: состав – структура – свойство – материал. В качестве сложных оксидов переходных металлов предлагается использовать триванадаты аммония ($NH_4V_3O_8$, $(NH_4)_2V_3O_8$ и $NH_4V_3O_7$) и нестехиометрический триоксид молибдена α-MoO_3-delta. Для формирования композита будет использован углерод различной формы (нанотрубки и графен). Синтез образцов будет проведен гидротермальной (автоклавной) обработкой прекурсора в присутствии наноструктурированного углерода и различных карбоновых кислот, выполняющих роль мягкого восстановителя и хелатного агента. Планируется установить закономерности и механизм роста нанокомпозитов различной морфологии (наностержни, наноремни, нанопроволока) путем варьирования условиями синтеза. Тип, концентрация и химическое состояние прекурсора определят морфологию, структуру конечного продукта и его физико-химические свойства. Предусматривается исследование текстурных характеристик, зарядового состояния, термического поведения, проводимости синтезированных нанокомпозитов, а также выполнение ab initio зонных расчётов кристаллической структуры, устойчивости и электронного строения литиевых интеркалятов. Синтезированные нанокомпозиты будут рекомендованы как катодные материалы литиевых источников тока.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116031110088-8, 26.02.2016

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ И РОДСТВЕННЫХ СЛОИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЧЕРЕЗ ЖИДКОФАЗНОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ МАССИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Проект направлен на синтез и всестороннее исследование фундаментальных (структурных,электронных, оптических, механических, химических) свойств представительного семейства неорганических наноматериалов с графитоподобной структурой (графена, фторида графена C_2F, нитрида бора h-BN), родственных слоистых соединений переходных металлов — ди- и трихалькогенидов (MX_2 и MX_3) и слоистых оксидов (SnO, PbO), а также композитовразнообразного типа на их основе, включающих наночастицы металлов (Ag, Au, Pt, Pd, Fe, Co, Ni) и полупроводников (высокодисперсные оксиды и халькогениды p- и d-металлов). В качестве главного метода получения наноразмерных материалов предлагается использовать расщеплениеслоистой структуры массивных соединений до образцов толщиной в несколько атомных слоев (вплоть до монослоевых структур) с их переводом в коллоидные дисперсии.

Основываясь на разработанных методах синтеза, будут созданы оригинальные гетеросистемы, сочетающие в одной структуре слои с существенно разными электронными, оптическими, тепловыми, механическими свойствами, которые не могут быть получены с помощью других известныхтехнологий. В результате детального исследования представительных серий, выбранных систем будут получены новые типы наноматериалов с комплексом практически полезныхфункциональных свойств, которые определят перспективы создания новых эффективныххимических сенсоров, фотоэлектронных и термоэлектрических элементов, катализаторов, электродов химических источников тока, новых устройств и приборов с улучшеннымипроводящими, полупроводниковыми или механическими характеристиками.

Исследования подобных наноматериалов являются, несомненно, практически важными и актуальными, поскольку после недавнего открытия графена и изучения его уникальных свойствстало ясно, что слоистые материалы обладают рядом замечательных функциональных свойств, которые открывают широкие возможности для их использования в качестве разнообразныхэлементов электронных устройств нового поколения. Вместе с этим становится ясно, что слоистые наноматериалы представляют большой интерес не только для наноэлектроники, а также могут быть с успехом использованы в качестве сорбентов, катализаторов, сенсоров, электродов химических источников тока и в других областях, где эффективное применениеопределяется высоким значением удельной поверхности. В последние годы интерес к слоистым

наносистемам многократно возрос. Исследования в этой области интенсивно проводятся во всехразвитых странах.

Данный проект направлен на получение новых знаний в этой интересной и важной области. Научная новизна проекта состоит в выборе представительных типов низкоразмерных материалов, а также в применении оригинальных синтетических схем, позволяющих получатькомпозиции, которые не могут быть реализованы традиционными методами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116012110347-5, 12.01.2016

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОДСИСТЕМ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ГИБРИДНЫЕ ВОЛНЫ В СЛОИСТЫХ НАНОСТРУКТУРАХ

Проект направлен на исследования и компьютерное моделирование линейных и нелинейных процессов распространения, локализации, преобразования, усиления и генерации поверхностных связанных волн на поверхностях раздела плоских нанослоев и нанопроводов при наличии внешних полей и фазовых переходов в слоях наноструктур. Предполагается рассмотреть нанослои из различных материалов - металлов, полупроводников, диэлектриков, топологических изоляторов и графена. Также в ходе выполнения проекта будет обсуждаться возможность практической реализации полученных эффектов для создания элементной базы наноэлектроники в широком диапазоне частот от оптического до СВЧ и в устройствах обработки информации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116060710063-9, 31.05.2016

РЕНТГЕНОВСКАЯ ФОТОЭЛЕКТРОННАЯ ГОЛОГРАФИЯ КАК НОВЫЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ 2D-НАНОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ И ИНТЕРФЕЙСОВ НА ИХ ОСНОВЕ

В рамках проекта планируется выполнить экспериментальные и теоретические исследования интересных 2D-систем - чистого и легированного графена на поверхностях Ni (111) и Co (0001) и слоистых квазидвумерных кристаллов топологических изоляторов Bi_2X_3 (X:Se,Te) с использованием нового структурного метода изучения поверхности – рентгеновской фотоэлектронной дифракции и голографии (РФД+ФГ) с разрешением химических состояний элементов. Данный метод позволяет точно реконструировать атомное строение поверхностных слоев на глубину нескольких нанометров и визуализировать атомную структуру в 3D-формате, важно, что он обладает химической чувствительностью. Предлагается создать законченную версию метода, определяющего позиции атомов разного сорта в поверхностном слое с точностью 0.02 ангстрем. Поскольку низкоразмерные 2D-структуры обычно формируют на подложках, информация о химии, структуре и их взаимном расположении чрезвычайно важна. Эти параметры влияют на электронную структуру 2D-слоя. В качестве дополнительных методов исследования будут использоваться СТМ-микроскопия, фотоэлектронная эмиссия с угловым разрешением для построения картин дисперсии энергетических зон, оптические методы и квантовохимические расчеты.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116031110088-8, 26.02.2016

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ И РОДСТВЕННЫХ СЛОИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЧЕРЕЗ ЖИДКОФАЗНОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ МАССИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Проект направлен на синтез и всестороннее исследование фундаментальных (структурных,электронных, оптических, механических, химических) свойств представительного семейства неорганических наноматериалов с графитоподобной структурой (графена, фторида графена C_2F,нитрида бора h-BN), родственных слоистых соединений переходных металлов - ди- итрихалькогенидов (MX_2 и MX_3) и слоистых оксидов (SnO, PbO), а также композитовразнообразного типа на их основе, включающих наночастицы металлов (Ag, Au, Pt, Pd, Fe, Co, Ni) и полупроводников (высокодисперсные оксиды и халькогениды p- и d-металлов). В качестве главного метода получения наноразмерных материалов предлагается использовать расщеплениеслоистой структуры массивных соединений до образцов толщиной в несколько атомных слоев (вплоть до монослоевых структур) с их переводом в коллоидные дисперсии.

Основываясь на разработанных методах синтеза, будут созданы оригинальные гетеросистемы, сочетающие в одной структуре слои с существенно разными электронными, оптическими, тепловыми, механическими свойствами, которые не могут быть получены с помощью других известныхтехнологий. В результате детального исследования представительных серий, выбранных систем будут получены новые типы наноматериалов с комплексом практически полезныхфункциональных свойств, которые определят перспективы создания новых эффективныххимических сенсоров, фотоэлектронных и термоэлектрических элементов, катализаторов, электродов химических источников тока, новых устройств и приборов с улучшеннымипроводящими, полупроводниковыми или механическими характеристиками.

Исследования подобных наноматериалов являются, несомненно, практически важными и актуальными, поскольку после недавнего открытия графена и изучения его уникальных свойствстало ясно, что слоистые материалы обладают рядом замечательных функциональных свойств, которые открывают широкие возможности для их использования в качестве разнообразныхэлементов электронных устройств нового поколения. Вместе с этим становится ясно, что слоистые наноматериалы представляют большой интерес не только для наноэлектроники, а также могут быть с успехом использованы в качестве сорбентов, катализаторов, сенсоров, электродов химических источников тока и в других областях, где эффективное применениеопределяется высоким значением удельной поверхности. В последние годы интерес к слоистым наносистемам многократно возрос. Исследования в этой области интенсивно проводятся во всехразвитых странах.

Данный проект направлен на получение новых знаний в этой интересной и важной области. Научная новизна проекта

состоит в выборе представительных типов низкоразмерных материалов, а также в применении оригинальных синтетических схем, позволяющих получатькомпозиции, которые не могут быть реализованы традиционными методами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116020110062-2, 14.01.2016

ИНТЕРКАЛЯЦИОННЫЙ СИНТЕЗ УЛЬТРАТОНКИХ ПЛЕНОК СИЛИЦИДОВ МАГНИТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПОД СЛОЕМ ГРАФЕНА

Основной целью проекта является формирование и исследование новых графеновых наносистем – ультратонких пленок силицидов магнитных металлов, покрытых графеном, представляющих большой научный и практический интерес. Отличительной особенностью проекта будет проведение всего комплекса исследований в условиях сверхвысокого вакуума с привлечением широкого круга методов анализа поверхности (оже-спектроскопия, дифракция медленных электронов, сканирующая туннельная микроскопия, фотоэлектронная спектроскопия с использованием синхротронного излучения, магнитный линейный дихроизм в фотоэмиссии электронов). Графен будет выращен на эпитаксиальных пленках никеля методом химического осаждения из газовой фазы. Синтез силицидов железа и кобальта будет осуществлен последовательной интеркаляцией графена атомами металлов (Fe, Co) и кремния. Такого рода эксперименты будут проведены впервые, и это обеспечит получение уникальной информации об эволюции атомной структуры, электронного строения и магнитных свойств пленок на всех стадиях их синтеза. Выполнение проекта позволит изучить сложные физико-химические процессы взаимодействия атомов Fe, Co и Si с графеном, найти оптимальные условия формирования ультратонких магнитных пленок силицидов железа и кобальта, защищенных графеном от воздействия окружающей среды, установить влияние пространственной ограниченности сверхтонких слоев ферромагнетиков, локализованных под графеном, на особенности протекания в них структурных и магнитных фазовых переходов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116060310002-2, 30.05.2016

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ НАНОКОМПОЗИТОВ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ И ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

В ходе выполнения проекта на базе усовершенствованной электродуговой установки будет разработана методика синтеза высококачественного, структурносовершенного, бездефектного графена с высоким выходом конечного продукта. На основе полученного данным методом графена будут синтезированы наноструктурированные композиционные материалы: Pt/Graphene для низкотемпературных топливных элементов, MeO/Graphene (Me – Ni, Sn), а также TiO_2/Graphene, Si/ Graphene для суперконденсаторов и Li-ионных аккумуляторов. Электроды (аноды) из этих материалов будут способствовать улучшению энергоемкости, мощности и циклируемости энергонакопителей. Будут проведены исследования структурных и микроструктурных характеристик синтезированных композитов методами рентгенографии, электронной микроскопии, комбинационного рассеяния света, а также выполнены электрохимические исследования синтезированных композитов на основе графена. Будут выполнены in-situ исследования структурных и микроструктурных характеристик синтезированных композитов методами рентгеновской дифракции и рамановской микроскопии в процессах их работы в топливных элементах, суперконденсаторах и Li-ионных аккумуляторах.

Проведение данных исследований необходимо как для выяснения фундаментальных особенностей формирования металлических и оксидных наночастиц на графене, так и при разработке новых и оптимизации уже существующих процессов, пригодных для промышленного получения композиционных материалов перспективных для использования в низкотемпературных топливных элементах, суперконденсаторах и Li-ионных аккумуляторах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116052050052-3, 05.05.2016

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ И ПРИЕМНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

В работе предполагается разработать методики получения, модификации свойств и провести исследования ряда новых неорганических материалов для твердотельных лазеров и приемников излучения. Это получаемые путем металлоорганического синтеза гетероструктуры широкозонных соединений A2B6 для селективных МПМ-детекторов в УФ и видимом диапазонах спектра, модифицированные лазерные фосфатные стекла, в том числе, стекла для крупногабаритных лазерных элементов, получаемые из тиглей небольших объемов, лазерная керамика на основе иттрий-алюминиевого граната, оксида иттрия и их аналогов, в том числе, композитные керамические структуры, новые материалы на основе тиогерманатов для приемников коротковолнового излучения, пленки топологических изоляторов, получаемые путем металлоорганического синтеза на различных подложках и перспективные для систем управления оптическим излучением. Планируется также разработка способа синтеза графена в пучково-плазменном реакторе, исследование процессов радиационного повреждения алмаза и поиск путей формирования новых центров окраски в алмазах.

Разработчик: ФРЯЗИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116021010299-0, 01.02.2016

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ АЛМАЗА ИЗ ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ

В рамках предлагаемого проекта ожидается выполнить модельные расчеты структур, свойств, термодинамической устойчивости и механизмов синтеза новых полиморфных разновидностей алмаза, получаемых из гексагонального графена и октаграфена. Расчеты будут проведены при использовании программного пакета Quantum ESPRESSO

в рамках теории функционала плотности. Получение структур полиморфов алмаза будет выполнено по успешно апробированной методике модельного формирования этих соединений из нанопредшественников. Для новых полиморфных разновидностей алмаза предполагается рассчитать структурные характеристики, энергии когезии, модули объемной упругости, зонные структуры, плотности электронных состояний и рентгенограммы. Для возможности экспериментального получения полиморфов алмаза будет проведено моделирование фазовых переходов графеновых слоев в эти соединения в области высоких давлений и низких температур. Также в результате планируемых исследований будет выполнен анализ взаимосвязей структурных характеристик и свойств новых полиморфов алмаза.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116020110080-6, 15.01.2016

ГРАФЕН НА ПОВЕРХНОСТИ ВОЛОКОН: ПОЛУЧЕНИЕ, СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы создания нового типа композиционных наноматериалов на основе графена на поверхности минеральных или полимерных волокон. Основной задачей проекта является разработка иммобилизации графена (как одно - так и многослойного) на поверхности волокон, определение характера взаимодействия графен – поверхность волокна. Сочетание уникальных физических и химических свойств графена со свойствами волокон позволит создать материалы с необычными физико-химическими характеристиками (прочностными, электрофизическими и др.).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116112810033-7, 07.11.2016

СУПЕРГИБРИДНЫЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ КАРКАСЫ НА ТВЕРДЫХ ПОДЛОЖКАХ: БЛОЧНАЯ СБОРКАПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУР ИЗ ТЕТРАПИРРОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОВОДНИКОВИ ОКСИДА ГРАФЕНА

Дизайн функциональных материалов с большим диапазоном практически важных свойств относится к одной из наиболее активно развивающихся областей современной науки. При этом особое внимание уделяется гибридным материалам, в которых за счет сочетания органических и неорганических, составляющих удается добиться уникальной комбинации свойств и легкости их регулирования. Металлоорганические каркасы (МОК), или пористые координационные полимеры (ПКП) относятся к таким материалам. Отличительная особенность данного класса материалов заключается в сочетании рекордно высокой удельной поверхности с исключительно широкими возможностями ее модификации при кристаллической упорядоченности структуры.

Интерес к таким системам в первую очередь связан с возможностями использования МОК на поверхности (ПОВМОК) для создания различных фотонных и электронных устройств, сенсоров и других миниатюрных приборов. Способ обработки (модифицирования) поверхности и формирования каркасной структуры на ней, как правило, специфичен для заданного МОК и требует создания специального темплатного слоя с определенными функциональными группами. Предлагаемая в проекте стратегия синтеза ПОВМОК позволяет устранить это препятствие путем использования блочной сборки суперструктуры из энергетически и геометрически сходных ароматических соединений, которые выступают как в качестве функциональных элементов планарной системы (МОК, изоляторов или проводников), так и в роли темплат для ее постройки. Серьезной проблемой, ограничивающей использование ПОВМОК в этих областях, наряду с такими, как преобразование солнечной энергии, разделительные мембраны, селективные катализаторы и датчики, является необходимость строгого количественного и качественного контроля характеристик ультратонкихпленок и покрытий.

Предлагаемые в настоящем Проекте подходы впервые решают несколько актуальных задач получения поверхностных МОК. Прежде всего, это относится к возможности исключить стадию формирования самоорганизованных монослоев в качестве темплат, повсеместно использующихся при формировании ПОВМОК. Также впервые в Проекте предусмотрено получение супергибридных МОК – новых материалов, в которых структурно объединены в планарные блоки функциональные МОК, двумерные частицы оксида графена и ультратонкие слои органического проводящего материала. Лабильность предлагаемых дизайнерских решений вотношении сборки этих суперструктур базируется на использовании водорастворимых и водонерастворимых лигандов и поверхности раздела воздух/жидкость в качестве инструмента, определяющего направление сборки и назначение конечного продукта. Наноразмерные слоевые структуры с чередующимися проводящими, изолирующими и функциональными слоями могут быть использованы в качестве активных и пассивных элементов оптоэлектронных и электронных устройств, причем имеется возможность не только допировать пористую структуру МОК-блока молекулами, кластерами и наночастицами, но и использовать протяженные готовые структуры в литографическом процессе.

В результате выполнения проекта будут разработаны базовые принципы управления сборкой сложных многокомпонентных блочных МОК-систем и предложены технологические подходы к получению новых материалов и устройств с уникальными по своей структуре и функциональности характеристиками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116042810150-1, 26.04.2016

III-N ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ НА ОТДЕЛЕННЫХ ОТ ПОДЛОЖКИ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ, СОЗДАННЫЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ «III-N НА ГРАФЕНЕ»

Проект направлен на развитие принципиально нового метода формирования отделенных от подложек приборных III-N гетероструктур. III-N гетероструктуры выращиваются методом МОС-гидридной эпитаксии на поверхности тонких

графеновых слоев, осажденных на поверхности сапфировых подложек.

Принципиально новым в предлагаемом методе является последовательное осаждение графеновых и нитридных слоев, образующих гетероструктуру, в рамках единого эпитаксиального процесса, в реакторе для МОС-гидридной эпитаксии. Осаждение графена происходит в результате пиролиза пропана. Слабая связь между слоями графена позволяет легко отделять выращенные структуры от подложки, при определенных условиях происходит даже самопроизвольное отделение. После или перед отделением гетероструктуры могут закрепляться на сменном носителе, в роли которого могут выступать кремний (включая микросхемы на основе кремния), металл, пластик и т.д. Предполагается исследование и развитие различных технологий формирования таких приборов, как тонкопленочных, так и на основе квазисвободного GaN. Для выращивания гибридных графен - III-N гетероструктур предполагается использование как сапфировых подложек (для которых возможность уже экспериментально подтверждена), так и подложек из иных материалов (например, кремниевых). Предполагается также исследование осаждения графена на поверхности и в объеме (между слоями) нитридных гетероструктур для улучшения растекания тока, и как задел для интеграции нитридной и графеновой электроники.

В рамках проекта предполагаются экспериментальные и теоретические исследования процессов осаждения графена, роста на них III-N эпитаксиальных структур, отделения структур от подложек, а также свойств выращенных слоев графена и отделенных от подложек эпитаксиальных III-N структур и приборов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116012850122-9, 21.01.2016

РАЗВИТИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ, НАНОФОТОНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ НА БАЗЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНЫХ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПУЧКОВ ИОНОВ

Будут разработаны варианты технологии получения мелко залегающих слоев углерода в Cu и Ni подложках и формирования пленок графена больших площадей и способы их переноса на различные подложки. Установлены зависимости свойств пленок графена от параметров ионного облучения и термического отжига. Будет проведено сравнение эффективности реформинга этанола в объемном и микроканальном реакторах. Будет изучено влияние степени извлечения водорода в реакторе с водородосепарирующей мембраной на равновесие реакций реформинга этанола. Будет выбран катализатор для эффективного выделения водорода из амминборана. Будет изготовлен портативный топливный процессор.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116020110090-5, 15.01.2016

ДИСПЕРГИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ДРУГИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ПУТЁМ БЫСТРОГО РАСШИРЕНИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ СУСПЕНЗИЙ

Материалы на базе наноструктурированных форм углерода (углеродные нанотрубки (УНТ), графен и др.) активно исследуются в настоящее время. Теоретически данные материалы дают возможность достижения гигантских значений электропроводимости, обладают превосходными оптическими свойствами, а также могут значительно увеличивать механические характеристики при использовании их в качестве наполнителей композитных материалов. Благодаря своим уникальным свойствам они могут использоваться в самых разнообразных сферах, таких как суперконденсаторы, аэрокосмическая индустрия и т. д. Однако, на пути создания данных материалов стоит одна важная проблема: все наноструктурированные формы углерода склонны к агломерации, и в таком состоянии они частично или полностью теряют свои уникальные свойства.

Для решения проблемы диспергирования агломерированных углеродных нанотрубок и других наноматериалов актуальным является использование сверхкритических флюидных подходов, и особенно метода RESS (The Rapid Expansion of Supercritical Suspensions - быстрое расширение сверхкритических суспензий). Суть этого метода заключается в следующем. На первом этапе данного процесса получают суспензию нанокомпонента в сверхкритическом флюиде, в которой нанокомпонент находится в неагломерированном состоянии. После этого через узкое сопло происходит распыление полученной суспензии в сосуд, находящийся при атмосферном давлении. Резкий сброс давления приводит к тому, что сверхкритический флюид мгновенно теряет свои свойства, переходит в газообразное состояние и улетучивается. Переход из коллоидного раствора в твёрдую фазу в таком процессе происходит с очень высокой скоростью, в результате чего у нанокомпонента не остаётся времени, чтобы агломерировать, и он остаётся в высокодисперсном состоянии. Для эффективного использования метода RESS требуется достоверно установить влияние различных параметров процесса на получаемые результаты.

В ходе работы планируется изучить влияние различных параметров проведения процесса (температура, давление, время выдержки в сверхкритическом флюиде и др.) на степень диспергирования наноструктурированных форм углерода. Кроме того, модифицирование исходной суспензии в сверхкритическом флюиде различными добавками (пиреновые производные, неионогенные ПАВы) потенциально может способствовать значительному улучшению качества диспергирования, поэтому отдельно планируется изучить влияние типа количества таких добавок на результаты диспергирования.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116052410075-0, 19.05.2016

ПОЛУЧЕНИЕ, СТАБИЛЬНОСТЬ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНЫХ П(ВДФ-ТРФЭ)-ГРАФЕНОВЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК, ВОЛОКОН, МЕМБРАН И ПОКРЫТИЙ

Объект исследования – нанокомпозитные материалы на основе полимера поливинилиденфторида и его статистических сополимеров с графеном. Цель работы – изучение влияния условий синтеза полимерных нанокомпозитов на основе ПВДФ с включениями графена на их микроструктуру и сегнетоэлектрические свойства. В результате выполнения проекта будут проведены экспериментальные исследования и теоретическое моделирование состояния поляризации и электрофизических характеристик нанокомпозитов с учетом влияния различных внешних воздействий, таких как электрические поля, оптическое излучение, тепловое и механическое воздействия, позволят выяснить механизмы формирования дипольного упорядочения полимерной матрицы, изменение степени ее кристалличности при наличии включений графеновых частиц, а также изучить стабильность физических свойств, в частности пьезоэлектрических и пироэлектрических. На основе анализа полученных данных будут подобраны оптимальные методы моделирования данных композитных структур, позволяющие описывать и предсказывать их поведение, а также даны рекомендации по оптимизации параметров этих материалов для их практического использования.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

№ АААА-А16-116070510004-3, 30.06.2016

НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И ОКСИДОВ И ХАЛЬКОГЕНИДОВ D-ЭЛЕМЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫЕ «ПЕРОКСИДНЫМ» МЕТОДОМ, ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СУПЕРКОНДЕНСАТОРАХ

Возрастающие потребности в электроэнергетике, а также постепенное истощение запасов ископаемого топлива обуславливают актуальность разработки более эффективных технологий преобразования и хранения энергии. Существенным недостатком широко используемых в бытовой технике литий-ионных аккумуляторов является относительно невысокая мощность. С другой стороны, современные конденсаторы, удовлетворяющие требованиям по высоким значениям мощности, не обладают достаточной плотностью энергии. Эти недостатки указанных типов накопителей энергии удается решить с помощью использования суперконденсаторов. Ряд преимуществ, такие как высокие значения мощности, средние значения плотности энергии, длительный срок эксплуатации, стабильность в широком диапазоне температур и экологическая безопасность позволяют использовать суперконденсаторы в потребительской электронике, электрических транспортных средствах и промышленности. Однако недостаточно высокие значения плотности энергии и высокая стоимость ограничивают широкое применение суперконденсаторов.

Данный проект направлен на решение указанной проблемы за счет разработки и создания композитов на основе восстановленного оксида графена и оксидов и халькогенидов переходных металлов, которые будут обладать необходимыми электрохимическими свойствами в качестве эффективных электродных материалов для суперконденсаторов нового покооления. Для получения электродных материалов предлагается впервые применить «пероксидный» метод, который предполагает использование пероксидсодержащих систем в качестве прекурсоров и не требует больших энергетических затрат и специального оборудования.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116061710093-3, 15.06.2016

ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С РЕГУЛИРУЕМОЙ 3D АРХИТЕКТУРОЙ НА ОСНОВЕ 2D НАНОРАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ И ДРУГИХ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Целью проекта является получение и исследование перспективных композиционных электродных материалов определенной архитектуры на основе 2D углеродных наноструктур с высокоразвитой поверхностью и высокой электропроводностью, обладающих стабильностью при циклических электрохимических воздействиях. В качестве исходных элементов структуры будут использованы аэрогели на основе оксида графена и его восстановленной графеноподобной формы. На основе анализа зависимости структурной организации нанокомпозитов от размерных параметров исходных частиц оксида графена, плотности аэрогеля, соотношения углеродной и полимерной составляющих будут разработаны основы построения композиционных материалов с уникальной структурой взаимопроникающих фаз в виде трехмерных сеток, обладающих необходимыми свойствами для создания электродов энергонакопителей. Получение и использование аэрогеля в качестве основы композита сегрегированной структуры позволит получить непрерывную электропроводящую сеть и откроет возможности ее модификации, а способы введения полимерного связующего позволят в широком интервале варьировать свойства композитов и оптимизировать их. Будут исследованы и проанализированы несколько разных способов получения композиционных материалов, включающие: инкорпорирование полимерных частиц в аэрогель, пропитку аэрогеля раствором полимера и полимеризацию in situ на поверхности частиц аэрогеля. Для исследования будут привлечены методы рентгенофазового анализа, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, электронной микроскопии, рассеяния очень холодных нейтронов, диэлектрической спектроскопии, а также методы колебательной спектроскопии (ИК и КР) и термогравиметрического анализа и другие аналитические методы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116031510002-0, 03.03.2016

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И МАКЕТА УСТАНОВКИ СИНТЕЗА ГРАФЕНА

Разрабатываемая технология должна отвечать следующим требованиям: Температурный режим процесса получения графена: от 800 до 1000 градусов Цельсия.Давление в реакторе во время синтеза: от 10 до 500 милибар. Смеси газов и их концентрация: аргон/водород/метан = 80 % / 10-18 % / 10-2 %Время синтеза графена: от 30 секунд до 160 минут. Существующие технологии не позволяют производить высококачественный графен, отвечающий необходимым техническим требованиям, в промышленных масштабах. Предлагаемая технология решает данную проблему и способна обеспечитьпроизводство до 500 кв. метров графена в год.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РУСГРАФЕН»

№ АААА-А16-116072110107-9, 05.07.2016

2D ПЕЧАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

В рамках данного проекта планируется создать ряд жидких композиций на основе графена, оксида графена, фторографена и функционализированного графена и применить их для создания конкретных приборных структур. В настоящее время 2D печатные технологии получения материалов и устройств являются важным новым направлением развития современной электроники и фотоники. Важными чертами данного направления являются низкая стоимость получаемых устройств, гибридный подход (использование органических материалов) и возможность создавать приборные устройства на гибких подложках. Кроме известных и используемых слоев из суспензии графена и иксида графена, в рамках выполнения проектапланируется разработать новые функциональные слои для 2D печати из частично фторированной графеновой суспензиии других материалов. Планируется создать соответствующие жидкие композиции и опробовать их для печатной электроники на твердых и гибких подложках.

Новизна проекта заключается также в том, что планируется использование слоев графена двух типов: напечатанных из жидкой композиции, и графена, выращенного методом CVD и перенесенного на напечатанные слои. Такой гибридный подход к созданию приборных структур на гибких подложках может значительноулучшит качество и функциональные возможности создаваемых структур и расширить спектр их возможных приложений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116053150077-2, 27.05.2016

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА, И РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПОВ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ

Проект направлен на развитие методов функционализации графена, получение его новых производных методами химической и биокаталитической модификации, получение модификантов графена и графен-содержащих материалов, обладающих гибридной и ионной проводимостями. Важный аспект исследований включает моделирование атомной структуры производных графена с различными дефектами, а также допированных фтором, азотом с целью получения информации о потенциальных электрофизических характеристиках модификантов. Будет синтезировано около 20 новых материалов, каждый охарактеризован современными физико-химическими методами, включая определение удельной поверхности, удельной электропроводности, идентификацию содержания и химической природы функциональных групп. Полученная фундаментальная информация служит основой рационального подхода к выбору материалов для конструирования накопителей электроэнергии трёх типов, а именно суперконденсаторов, аккумуляторов с процессами фарадеевского типа и гибридных суперконденсаторно-аккумуляторных (СК-АК) накопителей энергии. Завершающий этап работы включает создание и испытание данных накопителей энергии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117041010011-5, 21.03.2017

НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОГО СИНТЕЗА МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ НАНОСТРУКТУР

Проект направлен на комплексное исследование, включающее в себя экспериментальные работы и математическое моделирование динамики протекающих физических процессов в неравновесных условиях воздействия сверхкоротких лазерных импульсов на вещество, находящееся в реакционных и криогенных жидкостях; исследование кинетики и криоки-нетики образования химических соединений и фазовых переходов при воздействии фемтосекундного лазерного излучения, идентификации, анализа и применения полученных микро- и наноструктур в качестве функциональных материалов и компонентов композит-ных материалов, в том числе карбидов и нитридов тугоплавких материалов; разработку методов лазерного синтеза углеродных структур, в том числе наноалмазов и алмазоподобных материалов и графена, математического моделирования и компьютерных экспериментов по исследованию перколяционных процессов в композитных материалах с внедрением графеновых структур; разработку нового теоретического подхода моделирования процесса формообразования кристаллов под воздействием сверхкоротких лазерных импульсов.

Предлагаемые подходы позволят оптимизировать существующие технологические подходы синтеза-обработки материалов, создавать новые комбинации материалов в приложениях нанофотоники, микросистемной техники и других областях, в том числе создание новых функциональных

материалов, легирующих компонентов порошков для аддитивных технологий и покрытий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЕКСАНДРА ГРИГОРЬЕВИЧА И НИКОЛАЯ ГРИГОРЬЕВИЧА СТОЛЕТОВЫХ»

№ АААА-А17-117092250046-5, 13.09.2017

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗИСТИВНЫХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ В 2D-НАПЕЧАТАННЫХ СТРУКТУРАХ МЕТАЛЛ/ФТОРОГРАФЕН/МЕТАЛЛ НА ТВЕРДЫХ И ГИБКИХ ПОДЛОЖКАХ

В рамках настоящего проекта планируется создать графеновую суспензию разной степени фторирования, в том числе пригодную для 2D печати на твердых и гибких подложках и применить ее для создания тонких пленок, гетероструктур фторографен/ графен (оксид графена) и структур металл/фторографен/металл. Фторирование графеновой суспензии в органическом растворителе усиливает расслоение графеновых чешуек, что дает возможность получить суспензии с определенными и оптимальными размерами частиц. Также можно подобрать параметры фторирования и варьировать свойства суспензии от диэлектрических до проводящих. Важной задачей для перехода к гибкой электронике является стабильность электрических свойств пленок, нанесенных на гибкие подложки, при деформации структур при изгибе.

В настоящем исследование планируется определение изменений электрических свойств тонких графеновых пленок разной степени фторирования, гетероструктур на основе фторографена и структур металл/фторографен/металл, в том числе напечатанных с помощью струйной планарной печати. Ранее было обнаружено, что пленки из частично фторированной графеновой суспензии, нанесенные на подложки, демонстрируют резистивный эффект и отрицательное дифференциальное сопротивление, что делает пленки на основе частично фторированной графеновой суспензии перспективными для многих приложений.

В данном проекте планируется создать тонкие графеновые пленки разной степени фторирования, гетеростурктуры и структуры металл/фторографен/металл, в том числе при помощи 2D струйной печати, определить их электрические свойства до и после деформации при изгибе, определить предел деформации при изгибе исследуемых структур и выявить изменения в механизме протекания тока в исследуемых структурах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117022250044-8, 13.02.2017

ДИЗАЙН И НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ALD – ТЕХНОЛОГИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫСОКОЕМКИХ АККУМУЛЯТОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Разработка новых эффективных электродных материалов для литий-ионных и органических аккумуляторов - актуальная задача современной химии материалов, решение которой во многом определяет перспективы развития производства портативных электронных устройств, медицинской и другой высокотехнологичной техники, электротранспорта. Современный рынок диктует новые требования к источникам питания, в частности, в настоящее время весьма востребованы аккумуляторы нового поколения с улучшенными электрохимическими характеристиками, которые бы обеспечивали высокую удельную энергию, длительный срок эксплуатации и возможность питания устройств высокой мощности и высокие скорости зарядки. С другой стороны, постоянное увеличение темпов роста производства наиболее широко используемых литий-ионных аккумуляторов приводит к удорожанию литиевого сырья и создает проблему их утилизации. Это объясняет актуальность разработки новых технологий, которые бы позволяли создавать источники тока с улучшенными электрохимическими характеристиками, но при этом недорогие и экологически безопасные в производстве и утилизации. Возможность создания таких технологий в значительной мере определяется решением научных проблем химии материалов, среди которых особенно актуальна проблема разработки новых электродных материалов для литий-ионных и органическихаккумуляторов.

Научная новизна решаемой в проекте задачи заключается, в первую очередь, в оригинальных подходах и методах основанных на использовании уникальных возможностей метода ALD, которые предлагается использовать для получения гибридных электродных материалов нового поколения. Фундаментальная цель проекта – разработка с использованием метода ALD новых подходов к получению электродных структур, способных к реализации высоких удельных мощностных и энергетических характеристик и обладающих длительным рабочим ресурсом. Основу электроактивных электродных структур, полученных методом ALD, будут составлять ряд твердотельных интеркалируемых литием соединений на основе d-элементов с широким варьированием химического и фазового состава, морфологии, а также геометрии сформированных композитных слоев. Оптимальный выбор состава всех компонентов электроактивного композита, их количественного содержания, а также архитектуры композита позволит достичь высокого уровня характеристик аккумуляторных батарей. Основой предлагаемого проекта будет комплексный подход к получению методом ALD материалов заданного строения, размера и состава, а также анализ физических и электрохимических свойств получаемых электродных материалов. Обширные возможности метода ALD позволят детально «собрать» сложные послойные образования, такие как литий-аккумулирующий материал|твердый литий-проводящий электролит. С использованием метода ALD, будет получен широкий спектр новых гибридных наноматериалов, в которых на углеродных частицах различной природы будут сформированы тонкие неорганические пленки (толщиной 1-100 нм) на основе оксидов или сульфидов соответствующих элементов.

Оригинальность такого подхода гарантирует получение принципиально новых композиционных материалов различной морфологии и состава, в которых наноразмерное неорганическое покрытие различного состава и морфологии будет сформировано на поверхности углеродных материалов, отличающихся по своим свойствам (углеродные нанотрубки, восстановленный оксид графена, технический углерод). Сочетание неорганической и углеродной компонент в составе полученных гибридных материалов позволит улучшить адаптируемость к изменению объема неорганических частиц электродного материала, взаимодействующих в ходе циклов заряда/разряда с литием или натрием, а также увеличить электронную проводимость и площадь поверхности материала. За счет этого предполагается

значительно повысить стабильность электродного материала в ходе работы аккумулятора и улучшить его скоростные характеристики. Уникальная вариабельность метода ALD дает возможность регулировать состав и морфологию материала, позволяет оптимизировать выбор прекурсоров, условия синтеза и разработать эффективные электродные материалы с улучшенными электрохимическими свойствами. В качестве материалов таких твердоэлектролитных слоев будут использоваться твердые литий-проводящие соединения с относительно высоким уровнем ионной проводимости при комнатной температуре.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

№ АААА-А17-117040610353-3, 15.03.2017

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА И МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КООРДИНАЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ

Разработка методов синтеза материалов на основе фторидоксидов графена для сорбции тяжёлых металлов и доставки лекарств. Изучение процессов сорбции комплексов металлов на углеродных наноматериалах, в том числе модифицированных, и сорбентах природного происхождения. Получение, структурная характеризация и изучение функциональных свойств соединений включения на основе пористых металл-органических координационных полимеров. Определение сорбционных свойств функционализированных углеродных материалов в процессах извлечения токсичных, благородных, щёлочно-земельных металлов из модельных и технологических растворов. Разработка методов постсинтетической модификации известных координационных полимеров для создания внутри полостей каталитически активных металлокомплексов. Анализ и обобщение экспериментальных изотерм сорбции ионов и комплексов металлов из растворов, описание механизма взаимодействия поверхностно-функциональных групп углеродной поверхности с металлами-адсорбатами. Изучение процессов замещения C-F-связи во фторуглеродных наноматериалах на связи углерода с N-донорными функциональными группами и исследование комплекса физико-химических свойств получаемых продуктов механосинтеза.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117101040021-6, 19.09.2017

СИНТЕЗ, СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА И МАГНЕТИЗМ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Проект посвящен фундаментальным исследованиям новых систем на основе графена, в которых электронными свойствами углеродного слоя можно эффективно управлять благодаря целенаправленному созданию интерфейсов с различными магнитными и немагнитными материалами, внедрению примесей и размерным ограничениям. Исследования начнутся с формирования и изучения соразмерных слоев графена на металлических поверхностях с хорошим соответствием кристаллических решеток, анализа структурных фазовых переходов на интерфейсах графен/металл, приводящих к реструктурированию и упорядочению доменов графена. Это позволит определить условия формирования высококачественного монокристаллического графена.

Далее, полученные результаты будут использованы для синтеза легированного графена с хорошо определенной структурой примесных центров, включая преимущественное внедрение примеси в одну из двух углеродных подрешеток. Это расширит перспективы управления как шириной запрещенной зоны графена, так и концентрацией носителей заряда, что необходимо для дальнейшего прогресса в создании углеродной электроники.

Работы в этом направлении будут продолжены исследованиями чистых и легированных графеновых нанолент и изучением их электронных свойств. Исследование функционализации нанолент с помощью атомов и молекул донорного и акцепторного типа откроет перспективы прецизионного управления электронной структурой нанолент. С помощью адсорбции щелочных металлов будут достигнуты экстремальные уровни допирования, которые откроют возможности изучения экзотической физики одномерного электронного газа. И наконец, формирование и изучение интерфейсов графена с редкоземельными элементами и ферромагнитными подложками прольет свет на взаимодействие электронных состояний графена с f-металлами и ферромагнетиками. Эти исследования расширят возможности использования графена в спинтронике.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117112820215-3, 22.11.2017

РАЗРАБОТКА И ПОЛУЧЕНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА (ОКСИД ГРАФЕНА, СУСПЕНЗИИ ОКСИДА ГРАФЕНА, СУХИЕ ГРАФЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ГРАФЕНОВЫЕ АЭРОГЕЛИ, ГРАФЕНОВЫЕ МЕМБРАНЫ, ПРОВОДЯЩИЕ ЧЕРНИЛА, НАНООКСИД ГРАФЕНА). ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Будут разработаны опытные образцы графеновых материалов различного типа: оксид графена, суспензии оксида графена, сухие графеновые материалы, графеновые аэрогели, графеновые мембраны, проводящие чернила, нанооксид графена. Будет проведена оптимизация технических и физико-химических парметров получаемых материалов. Будут предложены возможные варианты масшатбирования процесса получения.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГРАФЕНОКС»

№ АААА-А17-117021310060-2, 25.01.2017

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

В ходе выполнения исследований по теме предусматривается развитие физико-химических основ технологии углеродных наноструктур на основе детонационных наноалмазов, графена и оксида графена и композитов, использующих эти структуры в качестве состав-

ляющих элементов. Планируется разработка оптимальных методов формирования графена с совершенной кристаллической структурой на карбиде кремния, развитие физико-химических основ методов модификации поверхности углеродных наноструктур на основе детонационных наноалмазов, графена и оксида графена. Будет продолжено изучение поверхностных свойств углеродных наноструктур (детонационных алмазов и оксида графена) методом адсорбции инертных газов, экспериментально проверена эффективность новых подходов к синтезу и модификации поверхности углеродных наноструктур на основе детонационных наноалмазов, графена и оксида графена, а также эффективность разработанных новых методов в технологии композитов на основе углеродных наноструктур. Предусматривается экспериментально проверить и подтвердить эффективность разработанных новых технологических методов формирования пленок графена с совершенной кристаллической структурой на подложках карбида кремния, изготовить и изучить прототипы газового сенсора на основе графена.

В результате планируемых исследований будут разработаны методы функционализации углеродных наноструктур, позволяющие управлять физико-химическими свойствами материала, изучены механизмы, влияющие на теплопроводность композиционных углеродных наноструктур с характерными размерами компонент менее 10 нм, проведено теоретическое исследование, направленное на определение плотности состояний эпитаксиальных графеноподобных соединений на металлах и полупроводниках, направленного изменения размеров углеродных наночастиц и структуры их поверхности с помощью термохимической обработки. Будут изготовлены порошки детонационных наноалмазов с размером области когерентного рассеяния менее 5 нм и исследованы процессы формирования слоев оксида графена нанометровой толщины на различных подложках. Будет изучено влияние технологии термобарической обработки на ансамбль точечных дефектов в нано- и микроалмазах. Будут развиты процессы формирования композиционных углеродных наноструктур, позволяющие создавать материал с заданной величиной теплопроводности. Будет проведено сравнение электрофизических параметров плёнок графена, сформированных в разных технологических условиях. Будут разработаны новые технологические процессы получения структур SiC с краевой люминесценцией и исследование структурных дефектов и электрически активных центров в таких структурах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117111670050-0, 10.11.2017

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ НОВОГО КЛАССА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ СВЕТОПОГЛОЩЕНИЕМ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Проект направлен на создание технологии промышленного производства однослойных и нескольких слойных графеновых структур методом химического осаждения из газовой фазы на меди. Развитие технологии переноса графена на различные поверхности и разработку технологии создания простых и надежных газовых сенсоров на основе графеновых структур для мониторинга окружающей среды и промышленных выбросов в атмосферу. Синтез графеновых структур будет реализован методом химического осаждения из газовой фазы на медной поверхности. Перенос графеновых структур на различные поверхности будет реализован через полимерную матрицу. Наночастицы металлов будут наноситься на графен методом импульсного лазерного напыления в вакууме. Будут исследованы электрофизические свойства пленок (сопротивление, прозрачность, поверхностный плазмонный резонанс) на основе однослойных и нескольких слойных графеновых структур.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117110940002-8, 31.10.2017

СОЕДИНЕНИЯ, КОМПОЗИТЫ И ПЛЕНОЧНЫЕ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА: ПОЛУЧЕНИЕ И КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы химии, связанной с разработкой физико-химических основ и эффективных способов формирования пленок и композитов наноразмерных углеродных структур с нетривиальными характеристиками. Основными задачами проекта в рамках указанной проблемы являются разработка простых и универсальных методов формирования композитов и пленочных структур графенов, оксидов графена, мультислойных нанографенов, а также комплексное исследование их строения и свойств. Важную часть исследований составят также работы по химической модификации полученных материалов с целью тонкой настройки их электронных свойств.

Результаты исследований по проекту помогут выработать новые представления о композитах и пленочных структурах наноразмерных углеродных систем и внесут ощутимый вклад в решение фундаментальных проблем, связанных с формированием на их основе новых функциональных материалов и покрытий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117041010196-9, 27.03.2017

ИЕРАРХИЧЕСКИ СТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОРИСТЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ N-ЗАМЕЩЕННЫХ ПОЛИАНИЛИНОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Целью проекта является создание принципиально новых нанокомпозитных материалов на основе полисопряженных полимеров и углеродных наночастиц (УНЧ) для систем накопления энергии (суперконденсаторов), характеризующихся высокой электронной проводимостью, иерархической структурой пор и, как следствие, высокими значениями электрохимических показателей. Впервые будут получены пористые нанокомпозиты на основе полимеров 3,6-дифениламино-2,5-дихлор-1,4-бензохинона и 3,6-(3-аминофениленамино)-2,5-дихлор-1,4-бензохинона, представляющих собой N-замещенные полианилины с хлоранильными редокс-группами у атома азота, и УНЧ – многостенных углеродных нанотрубок, оксида графена, восстановленного оксида графена и активированного ИК-

пиролизованного полиакрилонитрила, в которых полимерная матрица «армирована» высокопроводящими УНЧ.

Оригинальным является использование в качестве полимерного компонента нанокомпозитов N-замещенных полианилинов с электроактивными боковыми заместителями. Это позволит сформировать морфологию, обеспечивающую эффективный транспорт ионов электролита и расширить область электрохимической активности нанокомпозита, так как редокс-реакции основной полимерной цепи и боковых заместителей протекают при различных потенциалах. Будут исследованы структура, электрофизические свойства и электрохимическое поведение нанокомпозитов в протонных и апротонных электролитах и установлены механизмы взаимодействия полимерной и углеродной составляющих нанокомпозита и накопления энергии. Будут разработаны фундаментальные принципы создания гибридных электродных материалов для суперконденсаторов, обеспечивающих высокие значения электронной проводимости, удельной электрохимической емкости и плотности запасаемой энергии, высокие скорости заряда-разряда, стабильность работы при циклировании.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ИМ. А.В. ТОПЧИЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117042610047-5, 28.03.2017

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОВЫХ ЛАЗЕРНЫХ, ПЛАЗМЕННЫХ И РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Будут разработаны технология высокоскоростного нанесения защитных покрытий в магнетронном разряде с жидким катодом, методы получения монослойных пленок дихалькогенидов тугоплавких металлов (ДТМ), графена и гетероструктур ДТМ/графен, плазменная технология детритизации материалов с защитными оксидными слоями, технологии получения триоксидов вольфрама, молибдена и сложнооксидных материалов на их основе, изготовлены опытные образцы полученных материалов, источники терагерцового и рентгеновского излучения на основе лазерно-инициируемого плазменного образования, рассчитаны параметры систем обработки радиосигналов с использованием широкополосных оптических импульсов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

№ АААА-А18-118021390078-2, 13.02.2018

ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ НАНОКОНЪЮГАТЫ ПЕПТИДНЫХ И БЕЛКОВЫХ НЕЙРОТОКСИНОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ НИКОТИНОВЫХ ХОЛИНОРЕЦЕПТОРОВ

Никотиновые холинорецепторы (нХР) участвуют в целом ряде жизненно важных процессов. Фармакологические свойства нХР определяются составом формирующих его субъединиц. Многообразие подтипов нХР требует адекватных методов их идентификации. Пептидные и белковые токсины широко применяются для обнаружения и идентификации нХР. С этой целью используют в основном радиоактивно и флуоресцентно меченые токсины. Использование радиоактивных производных создает целый ряд проблем. Использование органических красителей в качестве флуоресцентных меток также не лишено недостатков, связанных с устойчивостью меток при облучении и недостаточной интенсивностью их флуоресценции. Применение флуоресцентных нанокристаллов, которые обладают существенно более интенсивной флуоресценцией и большей продолжительностью жизни метки при облучении, позволяет преодолеть эти недостатки.

В рамках предлагаемого проекта будет осуществлен синтез конъюгатов пептидно-белковых нейротоксинов, обладающих избирательностью по отношению к различным подтипам нХР, с флуоресцентными наночастицами различной природы, включая традиционные флуоресцентные наночастицы на основе кадмия и более перспективные наночастицы на основе графена. Активность полученных флуоресцентных наноконъюгатов будет изучена с использованием различных подтипов нХР, экспрессированных в клеточных линиях и ооцитах Xenopus. На этих же объектах будет продемонстрирована возможность применения конъюгатов для идентификации подтипов нХР.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. АКАДЕМИКОВ М.М. ШЕМЯКИНА И Ю.А. ОВЧИННИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118020890075-9, 07.02.2018

СОЗДАНИЕ НОВЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ИХ ПЕРЕРАБОТКА В МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Основной целью проекта является создание новых полимерных композиционных материалов, отвечающих требованиям их целевого использования (таргет-материалов) при решении актуальных задач современной технологии формования прекурсоров для углеродных волокон и получения высокоточных изделий методом порошковой технологии. Решение этих задач основывается на структурно-реологическом подходе, согласно которому свойства композиционных материалов для указанных применений основываются на регулировании их структуры на всех стадиях получения, а выбор режима формования, обеспечивающий получение целевых показателей, определяется реологическими параметрами композиций. В качестве полимера-матрицы для получения прекурсоров будут использованы полиакрилонитрил и целлюлоза. Получение прекурсоров нового типа основывается на двух базовых принципах. Во-первых, при получении волокна будет реализован метод механотропного формования, не имеющий аналогов в мировой научной практике. Принцип механотропного формования основан на фазовых и релаксационных переходах, вызываемых деформированием. Во-вторых, тонкая модификация структуры нити будет достигаться использованием нанодобавок различного типа, как на основе углерода (углеродных нанотрубок, графена, наноалмазов), так и ряда кремнийорганических соединений, включая специально синтезированных для этой цели. Присутствие нанотрубок в волокне повышает его прочность, но основную роль углеродные наполнители играют в процессе карбонизации, предотвращая локальные перегревы за счет высокой теплопроводности и, таким образом, повышая выход по углероду. Кроме того, в присутствии нанотрубок возрастает доля лабильной ротационно-разупорядоченной фазы в структуре ПАН, которая обуславливает успех трансформации белых волокон в высококачественные черные. Именно с этой фазы начинаются химические изменения структуры, такие как циклизация нитрильных групп, дегидрирование, формирование полиядерных структур.

Вводимые нанодобавки будут способствовать структурной модификации волокон, улучшая степень самоорганизации во длине волокна. Не исключено, что присутствие углеродных наночастиц, практически всегда содержащих на поверхности функциональные группы, может изменить механизм химических перестроек при карбонизации, поэтому важным будет анализ газовых продуктов методом ИК-спектроскопии. Предлагаемая методология получения прекурсоров позволит достичь следующих результатов: микронного диаметра волокна, высокой молекулярной ориентации ПАН, равномерности структуры по сечению волокна, устранив нежелательную морфологию типа «оболочка-ядро». В рамках решаемой задачи можно получать изделия сложной конфигурации с высокой воспроизводимостью по качеству и минимальной толщиной сечения от 0,4 до 30 мм, а также придавать их поверхностям практически любые свойства — от гладких до текстурированных с минимальными допусками по размерам.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ИМ. А.В. ТОПЧИЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118051090009-6, 08.05.2018

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЙ СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Проект направлен на существенное развитие возможностей нового лазерно-плазменного метода (ЛПМ) синтеза наноматериалов и наноструктурной модификации поверхности, основанного на применении высокочастотной (~ 100 кГц) пульсирующей лазерной плазмы, которая зажигается излучением мощного импульсно-периодического CO_2 лазера в скоростных потоках газов с парами и/или аэрозолями реагирующих компонентов для практического решения фундаментальных проблем синтеза новых гибридных материалов на основе углеродных наноструктур.

Полученные гибридные материалы, представляющие собой химически связанные углеродные нанотрубки и графены с наночастицами карбидов и оксидов металлов, монокристаллические или подобные им по свойствам поликристаллические алмазные пленки и пластины в настоящее время чрезвычайно важны для создания электрохимических, материалов, селективных сенсоров, элементов электроники, фотоники, электромеханических устройств. Превращение углерода в алмаз при пониженной температуре и атмосферном давлении с помощью ЛПМ обеспечивает относительно недорогой и весьма полезный результат. Разрабатываемые ЛПМ технологии либо не имеют отечественных и зарубежных аналогов, либо существенно превосходят по средствам и подходам, а выполнение проекта позволит укрепить лидирующие позиции РАН в развитии лазерно-плазменного метода и способствовать приоритету в промышленном внедрении ЛПМ нанотехнологий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118081690045-5, 13.08.2018

ЛАЗЕРНАЯ ПЕЧАТЬ НУЛЬМЕРНЫХ И ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Настоящий проект нацелен на разработку метода лазерного переноса углеродных наноматериалов (графена и отдельных люминесцирующих алмазных наночастиц) для создания новых эффективных элементов электроники ифотоники на их основе. Актуальность решения проблемы манипуляции нанообъектами заключается в том, что для демонстрации их уникальных свойств в различных прототипах требуются трудоемкие и затратные процедуры, в результате выполнения которых, как правило, значительно ухудшаются свойства исходного синтезируемого материала, что сдерживает широкое их практическое применение. Предлагаемая же в проекте методика прямой лазерной печати, также называемая лазерным переносом, (в англоязычной литературе называется BA- или BB-LIFT и расшифровывается как Blister-actuated или Blister-based laser-induced forward transfer) без дополнительного использования полимеров позволит обеспечить перенос углеродных наноматериалов, не повреждающий их, в заданное место и формировать необходимые структуры на конечном объекте.

Для реализации основной цели проекта – разработки метода прямого лазерного переноса –необходимо будет решить ряд новых задач, которые объединены в следующие направления: - синтез графена натонкой металлической пленке; - создание структур и элементов электроники и фотоники на основе графена и люминесцирующих алмазных наночастиц.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118032690007-5, 23.03.2018

ДВУМЕРНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ, ТАКИЕ КАК MoS_2 И WS_2, ПРЕДСТАВЛЯЮТ СОБОЙ НОВОЕ СЕМЕЙСТВО МАТЕРИАЛОВ С ШИРОКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРИМЕНЕНИЯ В НАНО- И ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ. ДИХАЛЬКОГЕНИДЫ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ (MoS_2, WS_2, WSe_2, $MoSe_2$)

Двумерные полупроводники, такие как MoS_2, WS_2, представляют собой новое семейство материалов с широким потенциалом применения в нано- и оптоэлектронике. Дихалькогениды переходных металлов (MoS_2, WS_2, WSe_2, $MoSe_2$) являются группой слоистых материалов, которые можно расщепить на монослои. Создание и исследование Ван-дер-Ваальсовских гетероструктур на основе MoS_2, WS_2 и графена является актуальной задачей.

В данном проекте планируется проведение синтеза MoS_2, WS_2 и графеновых пленок химическим осаждением из газовой фазы (метод CVD) на различных подложках. Будут изучены структурные, оптические и электрические свойства полученных двумерных пленок. Также будут измерены зонные структуры и вид дисперсии электронов с помощью фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением. Планируется определение элементного состава, химического и электронного состояния атомов на поверхности синтезированных материалов с применением метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Планируется разработка метода переноса синтезированных пленок на гибкие и

твердые подложки. Будут проводиться работы по созданию гетероструктур на основе пленок MoS_2, WS_2 и графена.

На основе полученных экспериментальных результатов будут разработаны физико-технологические основы создания Ван-дер-Ваальсовых гетероструктур на основе пленок MoS_2, WS_2 и графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.АММОСОВА»

№ АААА-А18-118110790028-4, 07.11.2018

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ИЗ СЕТОК ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА

Проект направлен на создание нового эффективного и допускающего масштабирование метода формирования прочных и растяжимых проводящих волокон путем самосборки «двумерных» углеродных материалов (тонкие слои углеродных нанотрубок (УНТ), графен) под действием сил поверхностного натяжения со стороны жидкости, смачивающей их поверхность.

В проекте будут исследованы электрические, механические, структурные и оптические свойства получаемых наноматериалов с использованием методов просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, ИК- и КР-спектроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, 2х- и 4х-контактного метода измерения электрического сопротивления. Полученные данные будут дополнены результатами численных расчетов механических, энергетических и электронных характеристик функционализированных углеродных наноструктур.

В результате выполнения проекта будет исследовано формирование углеродных волокон из сеток однослойных УНТ и графена при различных условиях самосборки волокон в сочетании с комбинированным действием внешних силовых нагрузок и химического сшивания. Решение фундаментальных научно-технических проблем формирования эффективных волокон из УНТ и/или графена за счет сочетания слабого ван-дер-ваальсова и сильного химического взаимодействий между отдельными элементами даст возможность оптимизировать практически важные свойства получаемых материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118120490121-4, 29.11.2018

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПЕРОКСИДНОГО ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПЛЁНОК И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СИНТЕЗА НОВЫХ ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

В последние годы пероксокомплексы некоторых p-элементов (Ge, Sn, Sb, Te) предложено использовать в качестве исходных соединений для получения наноматериалов, в первую очередь композитов с тонкими оксидными или халькогенидными пленками. Данный метод получения наноструктурированных порошков и пленок является разновидностью золь-гель метода, и хорошо зарекомендовал себя, как эффективный способ синтеза композиционных материалов на основе углерода, в которых на поверхности углеродных частиц сформировано тонкое сплошное покрытие оксида или халькогенида германия, олова или сурьмы. При этом, привлекательность данного подхода (пероксидный золь-гель метод) обусловлена отсутствием токсичных отходов и побочных продуктов, а также технической простой синтеза и минимальными временными и энергетическими затратами на его выполнение. В этой связи, представляется актуальным распространить данный метод получения тонких пленок на другие p-, а также d-элементы для получения широкого круга композиционных материалов, в первую очередь, на основе углерода. Для этого в ходе выполнения проекта предлагается охарактеризовать механизм и природу взаимодействия пероксокомплексов p и d - элементов с различными видами углеродной поверхности, включая графен, оксид графена, углеродные нанотрубки, фуллерены и другие, методами квантово-химического моделирования с количественным описанием межмолекулярных взаимодействий с привлечением теории функционала плотности (DFT) и с помощью синтетических экспериментов и методов физико-химического анализа. Это позволит объяснить, во-первых, как состав, структура и морфология поверхности влияют на взаимодействие пероксидного золя и углеродной подложки, а, во-вторых, какие особенности в составе и строении пероксокомплекса, в свою очередь, способствуют или препятствуют формированию тонкой пленки на углеродной поверхности.

В ходе выполнения данного проекта предполагается сформулировать и обосновать условия эффективного использования пероксидного золь-гель метода для широкого круга объектов, а также получить новые функциональных гибридные наноматериалы на основе различных форм углерода с тонкими неорганическими пленками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118062690002-7, 15.06.2018

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВУХМЕРНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ГИБКОЙ ПОДЛОЖКЕ

В настоящее время наиболее актуальными становятся создание гибких солнечных элементов на основе двухмерных материалов. Гибкие солнечные батареи могут работать в качестве портативных легких источников энергии для зарядки навигаторов, фонарей, мобильных телефонов, фотоаппаратов, ноутбуков.

Новизной предлагаемой темы проекта является создание и исследование гетероструктур графен/дисульфид молибдена, которые впервые будут использованы в качестве элемента, на котором происходит преобразование солнечной энергии в электрическую. В процессе реализации задач данного

проекта будут синтезированы пленки графена и дисульфида молибдена методом химического газового осаждения.

Будут проведены комплексные исследования структурных, оптических, электрических свойств синтезированных пленок. Будут отработаны методы переноса графеновых и дисульфид молибденовых пленок на гибкие подложки. Будет уделено большое внимание на создание вертикальных ван-дер Ваальсовых гетероструктур различными методами. Путем экспериментальных исследований будут получены электрические характеристики созданных гетероструктур и будут даны рекомендации для их использования в качестве солнечных элементов.

Полученные гетероструктуры графен/дисульфид молибдена обладают рядом достоинств, таких как, эластичность, прозрачность, механическая прочность, морозостойкость, радиационная стойкость, водостойкость. Они лучше работают даже при пасмурной погоде при рассеянном свете, чем традиционные солнечные панели.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.АММОСОВА»

№ АААА-А18-118033090073-3, 27.03.2018

ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА С ПОМОЩЬЮ 2D ПЕЧАТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В настоящее время активно развиваются и исследуются Ван-дер-Ваальсовые гетероструктуры. Они представляют собой вертикальные структуры, собранные из монослоёв разных 2D материалов. Подобные структуры позволяют исследовать новые транспортные явления, связанные с 2D материалами и формировать приборы с новыми функциональными свойствами и характеристиками. С другой стороны, существует иной подход - печатная электроника. Это быстро развивающаяся область, которая становится универсальной платформой для электронной индустрии, позволяющая создавать легкие и дешёвые устройств для широкого спектра применений.

В данном проекте предлагается гибридная технология создания структур на основе графена – формирование функционального канала из графена методом переноса, тогда как остальные диэлектрические и проводящие слои создаются путем печати. Данный подход позволит объединить преимущества описанных методов – хорошие характеристик, массовость и масштабируемость.

В проекте планируется использовать простой метод получения новых материалов – функционализация графена, позволяющая создавать новые материалы с диэлектрическими и полупроводниковыми свойствами. Был открыт новый материал, свойства которого еще предстоит изучить, но фотолюминесценция данного материала в видимом диапазоне делает его перспективным для оптических применений. Запланировано использование гибких подложек для создания полностью напечатанных и/или гибридных гетероструктур на основе графена, это позволит оценить перспективы использования полученных материалов для гибкой электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118120690083-3, 29.11.2018

СИНТЕЗ, ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ПРИБОРНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛЕНОК МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА

Настоящий проект направлен на изучение принципов интеграции фундаментальных свойств многослойного графена в функционал полупроводниковых приборов оптоэлектроники нового поколения. Для достижения указанной цели будет решаться комплекс междисциплинарных задач, включающих: разработку технологий получения графеновых покрытий на поверхности полупроводниковых светоизлучающих диодов и фотоприёмников с применением методов импульсного лазерного нанесения, MOC-гидридной эпитаксии, химического нанесения из суспензий в комбинации с импульсным лазерным отжигом; исследование функциональных свойств графеновых покрытий на поверхности GaAs в зависимости от технологических режимов осаждения; изучение электронных свойств гетероперехода графен/полупроводник GaAs в зависимости от технологических режимов осаждения и свойств полупроводниковой структуры. Выполнение поставленных задач полностью определяется комплексными фундаментальными исследованиями в области химии (для синтеза графеновых покрытий), полупроводниковой технологии (для формирования полупроводниковых приборов) и физических свойств сформированных приборных структур.

В результате выполнения исследований будут разработаны лабораторные технологии получения контактных слоёв графена и найдены способы управления его свойствами, сформированы лабораторные образцы светоизлучающих диодов и фотоприёмников, будет показана возможность улучшения энергоэффективности вследствие использования графеновых контактных слоёв.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

№ АААА-А18-118011790214-1, 17.01.2018

СИНТЕЗ, ТРАНСФОРМАЦИЯ, ЭЛЕКТРОННЫЕ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНО- И ГЕТЕРОСТРУКТУР

Данный проект направлен на разработку принципиально новых методов синтеза, трансформации и модификации углеродных наноструктур, исследование соответствующих им атомистических механизмов процессов, а также на теоретические исследования структуры, электронных, механических и трибологических свойств углеродных наноструктур и гетероструктур на их основе. С использованием нового алгоритма CompuTEM для описания взаимодействия электронного пучка с атомами наноструктуры будет проведено моделирования нового способа создания и трансформации нанообъектов и наноструктур при одновременном воздействии облучения электронами в просвечивающем электронном микроскопе и действии катализатора, присоединенного к острию зонда: разрезания графена, получение аморфных диэлектрических полосок на графене (что дает возможность рисовать электрическую схему на слое графена), получение нанообъекта, состоящего из чередующихся участков нанотрубки и полосок графена. Будет предложен метод синтеза из нанолент графена длинных и кратных углеродных атомарных цепочек и определен

атомистический механизм их образования с помощью атомистического моделирования и расчетов методом функционала плотности. Будет исследовано заживление больших отверстий в нанотрубках при облучении электронами. Будет предложен и исследован с помощью моделирования новый атомистический механизм отбора распространенных изомеров фуллеренов. На основе расчетов методом функционала плотности с ван-дер-ваальсовой поправкой будет: 1) исследован фазовый переход соизмеримость-несоизмеримость в гетероструктуре графен с небольшим покрытием водородом – гексагональный нитрид бора; 2) исследовано влияние краев и дефектов на трибологическое поведение несоизмеримых слоев двумерных материалов. Будет исследовано влияние кулоновского взаимодействия на свойства многочастичной системы дираковских безмассовых электронов в графене и графеновых нано- и гетероструктурах в сильном магнитном поле. Также будет проведена методическая работа по подгонке параметров потенциала Бреннера: 1) под энергии, характеризующие перестройку связей в углеродных наноструктурах, 2) под упругие свойства графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ СПЕКТРОСКОПИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118120390051-5, 22.11.2018

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ «НАНОМЕТАЛЛ – КРУПНОЗЕРНИСТЫЙ МЕТАЛЛ – ГРАФЕН»

Проект направлен на получение новых трехфазных высокопрочных нанокомпозитов «нанометалл - крупнозернистый металл - графен» на основе построения теоретических моделей процессов деформации и разрушения в таких нанокомпозитах. В рамках проекта предполагается разработать теоретические модели деформации и разрушения таких трехфазных композитов, рассчитать оптимальные параметры структуры таких композитов, при которых они могут проявлять высокую прочность в сочетании с хорошей пластичностью и трещиностойкостью, синтезировать такие нанокомпозиты и экспериментально исследовать их структуру и механические свойства.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118112290044-3, 16.11.2018

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИТОВ ДЕТОНАЦИОННЫЙ АЛМАЗ - ГРАФЕН ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ДВОЙНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ СЛОЕ

Проведенные за последнее десятилетие исследования наноструктурированных аллотропных форм углерода открыли перспективы создания ряда новых материалов для применения в машиностроении, электронике, химической технологии и медицине. До последнего времени создание этих материалов в основном было сосредоточено на однородных наноструктурах углерода в состоянии sp^2 гибридизации, (графены, фуллерены, нанотрубки) и наноалмазах - частицах кристаллического наноуглерода в состоянии sp^3 гибридизации.Сочетание в едином наноструктурированном материале областей с sp^2 и sp^3 гибридизацией, находящихся в близком контакте, предоставляет уникальную возможность управления свойствами возникающей структуры путем простой вариации соотношения sp^2- sp^3 гибридизованных фаз. В частности, соединение углеродных двумерных sp^2 пленок и sp^3 наноэлементов, то есть графена и частиц наноалмаза, открывает перспективы создания материалов, сочетающих в себе близкую к теоретическому пределу удельную поверхность, оптимальный размер пор, механическую прочность и высокую электропроводность. Необходимость в именно таком сочетании свойств возникла в последние годы в связи с разработкой суперконденсаторов с двойным электрическим слоем. Как известно, такие конденсаторы представляют собой накопители энергии, в которых двойной электрический слой формируется между системой углеродных электродов и электролитом.

Целью предлагаемого проекта является исследование возможностей создания такого нового композитного углеродного наноструктурированного материала графен - наноалмаз детонационного синтеза, изучение физико-химических свойств этого уникального композита, а также определение перспектив его применения для создания нового поколения суперконденсаторов и литий-ионных аккумуляторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118033090064-1, 30.03.2018

СВАРНЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ СЛОЕВ ГРАФЕНА И РОДСТВЕННЫХ ЕМУ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект направлен на создание наноматериалов на основе структурированных слоев графена и включает в себя: 1) создание гетероструктур на основе слоев графена и других двумерных материалов; 2) формирование наноотверстий в пленках путем облучения ионами высоких энергий; 3) управление структурой краев сформированных пор; 4) открытие и управление шириной запрещенной зоны в энергетической структуре облученных слоев. Для решения этих задач будут отработаны методы получения и переноса слоев двумерных материалов на разные подложки, методы формирования нанопор в пленках путем облучения высокоэнергетичными ионами, будут проведены исследования электрических и структурных свойств облученных слоев. Будут использованы современные методы диагностики наноструктурированных материалов.

Основными результатами проекта станут: 1) создание ряда материалов на основе слоеев наноструктурированного перфорированного графена; 2) установление критических параметров процесса замыкания связей между слоями; 3) отработка методов открытия и управления шириной запрещенной зоны путем изменения условий облучения; 4) установление зависимости структурных изменений в пленках от условий формирования наноотверстий. Эти результаты станут неотъемлемой частью исследований наноструктурированного графена и материалов на его основе, они будут получены в тесной кооперации с другими исследовательскими группами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118020790212-9, 05.02.2018

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ TiO_2-ZrO_2, ДЕКОРИРОВАННЫХ ВОССТАНОВЛЕННЫМ ОКСИДОМ ГРАФЕНА И НАНОЧАСТИЦАМИ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, С ПОМОЩЬЮ INKJET ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

В ходе реализации проекта будет решена масштабная задача, связанная с разработкой научных основ создания стабильных функциональных дисперсных систем, содержащих гетеролигандные комплексы циркония и титана с заданной реакционной способностью, наночастицы благородных металлов (Ag, Au, Pt) и чешуйки оксида графена, комплекс свойств которых удовлетворяет требованиям для их применения в качестве функциональных чернил при формировании тонкоплёночных газочувствительных наноструктур сложного строения с применением струйной печати высокого разрешения (InkJet технология). При этом будет изучен процесс синтеза гетеролигандных комплексов циркония и титана класса алкоксо-β-дикетонатов с заданным составом координационной сферы и, соответственно, требуемой реакционной способностью в процессах гидролиза и поликонденсации, показана зависимость реологических свойств их растворов от степени экранирования центральных ионов.

Впервые в мире будет разработана технология создания композиционных функциональных дисперсных систем, состоящих из гетеролигандных комплексов металлов с заданной реакционной способностью, наночастиц благородных металлов (Ag, Au, Pt) и чешуек оксида графена, удовлетворяющих эксплуатационным требованиям для использования их в качестве функциональных чернил при получении тонкоплёночных газочувствительных наноструктур с помощью аддитивных технологий. С их использованием будут разработаны методики формирования тонкоплёночных 2D-наноматериалов сложной структуры на твёрдых (стекло, кварц, кремний, оксид алюминия) и гибких подложках (на основе полиимида) различной шероховатости с применением струйной печати высокого разрешения (InkJet технология). Будут оптимизированы условия кристаллизации тонких оксидных плёнок, декорированных наночастицами благородных металлов (Ag, Au, Pt) и чешуйками восстановленного оксида графена. Будут изучены электрофизические характеристики полученных композиционных тонкоплёночных наноматериалов при детектировании различных газов и определены оптимальные условия их формирования, позволяющие достигать наибольших значений селективности к кислороду, отклика и воспроизводимости, а также минимального времени детектирования. После определения оптимальных условий получения композиционных дисперсных систем и разработки методик формирования тонкоплёночных структур с помощью InkJet технологии будет проведено исследование, направленное на миниатюризацию датчиков с целью повышения их энергоэффективности – оптимизация геометрии подложки, печатных схем платиновых электродов, микронагревателей и рецепторных слоёв.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118120390011-9, 27.11.2018

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ СЛОЕВ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛАХ ИЗ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

В настоящее время углеродные наноматериалы (нанотрубки, нановолокна, фуллерены, графен) широко используются во многих отраслях науки и техники. Они находят применение при создания композитных материалов высокой прочности, нано- и ультрафильтрационных мембран, адсорбентов и носителей катализаторов, источников тока, компонентов микроэлектроники. Для многих приложений актуальной задачей является создание наноразмерных углеродных слоев с заданными свойствами на диэлектрических подложках в виде плоской поверхности (микроэлектроника), а также в виде наноструктурированной пористой среды (мембранные материалы).

Цель проекта заключается в экспериментальном установлении закономерностей формирования углеродных слоев на оксиде алюминия (плоская поверхность кристалла, нанопора, нановолокно) и разработке теоретического описания данных закономерностей с помощью математических моделей. Будут получены экспериментальные и теоретические данные о влиянии управляющих параметров синтеза методом химического осаждения из газовой фазы (типа подложки, наличия / отсутствия катализатора, температуры, давления, состава смеси и расхода) на кинетику химических реакций и физико-химические свойства формирующихся углеродных слоев.

Научная значимость и новизна проекта связаны с расширением и углублением фундаментальных знаний о механизмах роста углеродных структур, а также с разработкой и совершенствованием технологии синтеза композитных материалов, которые найдут применение в области мембранного разделения смесей, микроэлектронике, нанофлюидике, сенсорных системах, а также каталитических процессах.

Разработчик: ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК - ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ КНЦ СО РАН

№ АААА-А18-118021490076-7, 08.02.2018

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЙ СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА С НЕОРГАНИЧЕСКИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ. ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЙ СИНТЕЗ И ДИАГНОСТИКА СВЕРХТВЕРДЫХ, ИЗНОСОСТОЙКИХ, АНТИКОРРОЗИОННЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ

Изготовление экспериментальной установки и оптимизация параметров осаждения из лазерной плазмы наночастиц оксидов переходных металлов. Проведение выбора металлорганических прекурсоров и определение условия их разложения и формирования наночастиц. Предполагаемые исходные соединения: карбонилы металлов, бета-дикетонаты металлов, галогениды металлов. Целевой продукт – гибридные материалы на основе углеродных нанотрубок и графена с оксидами переходных металлов TiO_2, Fe_2O_3, Fe_3O_4, VO_2 и др. Проведение выбора перспективных веществ-предшественников для получения композитных покрытий с требуемыми функциональными свойствами. Разработка

и создание системы дозированного введения многокомпонентных прекурсоров в зону плазмы. Оптимизация условий формирования в лазерной плазме карбидных наночастиц. Целевой продукт – гибридные материалы на основе углеродных нанотрубок и графена с карбидами переходных металлов TiC, Fe_3C, Mn_3C и др. Отработка методики осаждения, определение морфологии и структуры наночастиц на разных типах углеродных поверхностей. Получение материалов, исследование их автоэмиссионных, электрохимических, сенсорных и других свойств. Исследование зависимости скоростей роста покрытий от параметров процесса: геометрии расположения подложки относительно плазмы, температуры подложки, скорости плазмообразующего газа (аргона) и скорости газа-носителя паров многокомпонентных прекурсоров и их состава. Отработка технологии получения гибридных материалов, продолжение изучения их свойств, создание на их основе прототипов высокоэффективных автоэмиссионных катодов, электродов суперконденсаторов, Li-ионных аккумуляторов. Исследование химического, фазового состава, структуры и функциональных свойств покрытий, получаемых в широких диапазонах варьирования параметров процесса и состава реакционной среды комплексом взаимодополняющих независимых аналитических методов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118032190017-9, 21.03.2018

БЕНЗИМИДАЗОЛ-ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ГРАФЕН ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Всеобщая потребность в электрических транспортных средствах и портативных электронных устройствах порождает необходимость создания новых технологий сохранения и преобразования энергии. В последние годы, среди прочих, все больший интерес привлекают суперконденсаторы вследствие высокой плотности мощности, высокой скорости зарядки, длительного времени эксплуатации и т.п. Особое место в этом направлении занимают разработки материалов для электродов на основе графена, ключевым фактором при создании которых является предотвращение агломерации графеновых листов, которая неизбежно происходит в результате ван-дер-ваальсовых взаимодействий.

Предложенный проект направлен на разработку новых синтетических подходов к модификации поверхности графена и его фторированных производных бензимидазольными циклами по механизмам реакций нуклеофильного присоединения и замещения. Данный подход позволит как решить ключевую проблему использования графеновых материалов в создании электродов суперконденсаторов – избежать агломерации пластин, так и будет способствовать увеличению емкостных характеристик материала за счет участия бензимидазольных фрагментов в обратимых окислительно-восстановительных процессах.

Необходимо также отметить существенную фундаментальную значимость проекта, поскольку в настоящее время реакции нуклеофильного присоединения и замещения графена и его производных сравнительно малоизучены. Кроме того, предлагаемый подход позволит отойти от традиционного использования окисленной формы графена для его функционализации и тем самым существенно расширить подходы к созданию модифицированных графеновых материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ БАЙКАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118062790043-9, 27.06.2018

МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Углеродные наноструктурные материалы (нанотрубки, графены, фуллерены и др.) часто используются в качестве модификаторов различных материалов функционального и конструкционного назначения. Свойства полученных нанокомпозитов в большей степени зависит от характеристик введенного наномодификатора. Известно, что морфология, структура, электропроводность и другие характеристики углеродных нанотрубок (наномодификатора) определяются каталитической системой, применяемой в процессе их синтеза, т.к. именно на ее активных центрах происходит зарождение и рост углеродных нанотрубок (УН). Поэтому для получения эффективных каталитических систем синтеза УН так важно знать механизмы их формирования, понимать на каких стадиях и с помощью воздействия каких факторов можно добиться направленного формирования их активных центров. Полученные знания позволят, получать эффективные Co-Mo/Al_2O_3-MgO каталитические системы, и как следствие, синтезировать УН с требуемыми характеристиками для конкретных областей применения.

Новизна запланированных исследований заключается в разработке нового подхода к исследованию механизмов получения эффективной Co- Mo/Al_2O_3-MgO каталитической системы, выявлении основных закономерностей влияния условий реализации процесса термообработки металлоксидной каталитической системы на ее эффективность. Будет экспериментально определено влияние условий реализации стадии термической обработки (термическое разложение/прокаливание) раствора исходных компонентов/катализатора на эффективность полученной Co- Mo/Al_2O_3-MgO каталитической системы и на морфологию синтезируемых на ней УН.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118090690028-0, 05.09.2018

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ЗАДАНИЕ № 3.7131.2017/ВУ

Направление научной деятельности в рамках данного проекта связано с развитием методов получения углеродных наноматериалов с целью их использования в материаловедении и спектроскопии комбинационного рассеяния света. Основное внимание будет уделено развитию методов синтеза графена в макроскопических количествах, а также развитию метода химического осаждения паров (CVD) для синтеза углеродных нанотрубок (УНТ). Планируется использование указанных и других наноматериалов (фуллерены, наноструктурированная сажа, остающаяся после экстракции фуллеренов) в экспериментах по поверхностному упрочнению металлов с последующей обработкой высокоэнергетичными источниками. Кроме того, образцы графена и УНТ, синтезированные в различных условиях,

будут использованы в экспериментах по усилению сигнала комбинационного рассеяния света.

Цель исследований — установить оптимальные условия синтеза углеродных наноматериалов, обеспечивающие максимальную степень поверхностного упрочнения металлов и максимальную степень усиления сигнала комбинационного рассеяния.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

№ АААА-А18-118032390156-3, 22.03.2018

САМОСБОРКА ОДНОРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА НА МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦАХ

Проект направлен на разработку новой стратегии создания высокооднородных ультратонких покрытий на основе двумерных углеродных материалов путем их самосборки из дисперсной фазы на межфазной границе «жидкость/жидкость». Актуальность проекта связана с развитием химии двумерных углеродных наноматериалов и технологий на их основе.

В Проекте предлагаются принципиально новые подходы к сборке двумерных слоев оксида графена на межфазных границах, увеличения их однородности путем залечивания дефектов-пустот и восстановления покрытий из оксида графена с помощью микроволнового излучения. Главная идея Проекта заключается в использовании планарных элементов - «заплаток» для закрепления в пустотах самоорганизованных монослоев оксида графена на твердой поверхности, что позволяет увеличить их однородность без изменения упаковки или морфологии слоя. Идея реализуется путем сборки неоднородных монослоев оксида графена на межфазной границе вода/масло с последующим заращиванием дефектов-пустот за счет иммобилизации в них мелкодисперсных фрагментов химически родственного материала (оксида графена) или (поли)циклических ароматических соединений, структура которых комплементарна строению графенового каркаса. Оба подхода не имеют аналогов в мировой научной практике, до настоящего времени не использовались и не описаны в литературе. Совокупность предлагаемых в проекте оригинальных решений и экспериментальных методов позволяет рассчитывать на получение принципиально новых результатов в такой высоко конкурентной области как физикохимия ультратонких наноструктурированных систем.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118062690012-6, 20.06.2018

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Работа направлена на разработку качественно нового плазмохимического реактора для получения и бездефектной ионной обработки наноразмерных материалов и структур для применения в наноэлектронике. Применяемый в реакторе пучково-плазменный разряд (ППР) в отличии от широко распространенных ВЧ и СВЧ источников имеет ряд принципиальных преимуществ: более низкое рабочее давление и, как следствие, высокая анизотропия потока ионов на обрабатываемую поверхность; низкая скорость травления и точная регулировка средней энергии ионов в диапазоне 10-100 эВ обеспечивают обработку с минимальной плотностью радиационных дефектов на атомарных масштабах.

В результате планируется разработать метод численного моделирования характеристик ионного потока на обрабатываемые образцы, что позволит оптимизировать режимы процессов для получения нужных параметров обрабатываемых структур, разработать режимы травления структуры «микропроводник на диэлектрике» с минимальной неоднородностью профиля травления, что позволит создать качественно новый тип технологических установок для мягкого травления наноструктур на базе ППР, а также разработать режимы получения однослойного и многослойного графена с минимальной плотностью дефектов кристаллической структуры на монокристаллической подложке сапфира, что позволит создавать в дальнейшем приборы на их основе.

Разработчик: ФРЯЗИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118122190029-0, 21.12.2018

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АЛМАЗОПОДОБНОГО УГЛЕРОДА И ГРАФЕНА: ТЕХНОЛОГИЯ И СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫЕ И МЕМРИСТИВНЫЕ СВОЙСТВА

Планируется разработка нового типа мемристивных систем на базе наноструктурированного углерода (алмазоподобный углерод – DLC, графен), включающая развитие оригинальных физико-химических методов синтеза этих материалов и магнитных гранулированных систем (нанокомпозитов -НК) на их основе. Существенное внимание будет уделено комплексному изучению эффектов РП, связанных с электронионным транспортом, изменением типа гибридизации локальных С-областей в сильном электрическом поле и проявлениями гигантского магнетосопротивления (ГМС), обусловленного переходами спин-поляризованных электронов между ферромагнитными (ФМ) гранулами в нанокомпозите ФМ-DLC.

Разработчик: ФРЯЗИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118060990133-1, 09.06.2018

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ОБРАЗЦОВ 3D НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ АЭРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Проект направлен на разработку масштабируемого метода производства опытных образцов материалов для суперконденсаторов повышенной емкости на основе 3D наноструктурированных аэрогелей из графена. В результате реализации проекта будут разработаны научные и технологические основы формирования электродных материалов заданной архитектуры, позволяющие получать электродные материалы с контролируемыми заданными наперед свойствами. Будет разработан масштабируемый

метод производства опытных образцов материалов для суперконденсаторов.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГРАФ-СК»

№ АААА-А18-118051090008-9, 08.05.2018

РАЗРАБОТКА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОСНОВ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. БЛОК ПРОЕКТА «ПРОМЫШЛЕННО ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Проект направлен на разработку физико-химических и технологических основ новых лазерно-плазменных (ЛП) методов для синтеза функциональных покрытий и аддитивных технологий, основанных на применении пульсирующей (~100 кГц) лазерной плазмы, которая зажигается излучением мощного импульсно-периодического CO_2 лазера в скоростных потоках газов с парами и/или аэрозолями реагирующих компонентов или на поверхности.

Уникальное сочетание свойств активирующей лазерной плазмы, недоступное для существующих плазмохимических способов обусловливают широкие возможности, при проведении направленного (на получение целевого продукта или целевых свойств) синтеза новых материалов и покрытий по следующим направлениям: - ЛП синтез гибридных материалов на основе углеродных нанотрубок и графена с неорганическими наночастицами из карбидов и оксидов переходных металлов, имеющих переменную валентность и перспективы использования в катализе, электрохимии, фотонике; - ЛП синтез сверхтвердых, износостойких, антикоррозионных покрытий с параллельным введением паров нескольких исходных летучих веществ, что позволяет получать многокомпонентные покрытия, (SiC, SiCN, (TiAl)N, (ZrTi)N, TiN и др) и исключить из процессов токсичные и коррозионно-активные вещества; - Разработка основ ЛП технологии получения изделий и покрытий из самых тугоплавких материалов – карбидов гафния и тантала; - Моделирование и оптическая диагностика ЛП синтеза в аддитивных технологиях и исследование термической стойкости функциональных покрытий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118012390333-0, 22.01.2018

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ И ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. НАНОГИБРИДЫ ГИДРОКСИАПАТИТ/ОКСИД ГРАФЕНА/КОЛЛАГЕН: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ БИОСОВМЕСТИМОСТИ (IN VITRO)

Целью работы явится: создание методов направленного синтеза материалов медицинского применения нового поколения для костных имплантатов с улучшенными физико-химическими и медико-биологическими характеристиками на основе биосовместимых фосфатов кальция (ФК), биополимеров (протеинов и полисахаридов) и нано-микроуглеродных материалов (НУМ); моделирование процессов биоминерализации и оценка влияния контаминантов (биополимеров и НУМ) и внешних воздействий (СВЧ, кавитация, температура, контаминанты) на процессы образованя биосовместимых ФК; анализ фундаментальных взаимосвязей состав–условия синтеза–структура–дисперсность– свойства продуктов синтеза для полученных продуктов синтеза.

Задачи работы будут включать: разработку методов направленного синтеза композиционных материалов (КМ) на основе биосовместимого гидроксиапатита кальция (ГА) – основной неорганической компоненты костной ткани полимеров, включая биополимеры (протеины и полисахариды), НУМ (углеродные нанотрубки (УНТ), графен и его производные – оксид графена (ГО), углеродные волокна (УВ)); моделирование процессов биоминерализации при взаимодействии солей кальция, фосфора и контаминантов – биополимеров и НУМ с использованием разработанных модельных экспериментов; оценку влияния внешних воздействий (температура, СВЧ, кавитация, присутствие контаминантов) на образование ФК в составе КМ, перспектив использования в медицинской практике полученных продуктов синтезе; анализ взаимосвязей состав–условия синтеза–структура–дисперсность– свойства продуктов синтеза на основе результатов физико-химического анализа.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118022190113-9, 20.02.2018

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ГАЗОФАЗНОГО СИНТЕЗА МОНО, ПОЛИ И НАНО КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АЛМАЗНЫХ ПЛЕНОК, И ПЛАСТИН (CVD АЛМАЗ), ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА, А ТАКЖЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Разрабатываются методы осаждения алмаза из плазмы СВЧ разрядов в газовых смесях различного состава и давления, контроля их параметров и свойств как в процессе, так и после окончания процесса синтеза. Разрабатываются механические и лазерные технологии обработки алмазных материалов (шлифовка, полировка, микроструктурирования на поверхности и в объеме образцов). Исследуется дефектность алмазных кристаллов, возможность создания как особо чистых, так и легированных (люминесцирующих) CVD алмазов. Разрабатываются методы газофазного синтеза одностенных углеродных нанотрубок и графена, способы очистки и селекции по оптическим свойствам. Изучается возможность управления оптическими и электрофизическими свойствами этих материалов. Разрабатываются технологии создания нанокомпозитов на их основе и методы перенесения на подложки. Диагностика полученных материалов осуществляется различными спектроскопическими и микроскопическими методами. Исследуется возможность применения новых углеродных материалов в фотонике, электронике, медицине, машиностроении и других областях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118091890071-1, 18.09.2018

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ И СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Разработка физико-технологических режимов формирования наноструктурированных композиционных материалов на основе полимерных матриц с добавлением углеродных нанотрубок, графена, наночастиц металлов и других углеродосодержащих материалов (углеродных нанотрубок, нанографита, высокопористого углерода) и исследование влияния состава полимера, концентрации и способа диспергирования добавок в полимер на его физико-механические свойства, электропроводность, эффективность экранирования электромагнитных излучений (ЭМИ) в широком диапазоне частот, и формирование на этой основе рекомендаций для практического применения полученных материалов в системах защиты от ЭМИ и суперконденсаторах.

В рамках физико-технологических режимов рассматривается совместное воздействие ультразвукового и механического диспергирования углеродных наноматериалов в жидких компонентах полимерных матриц в присутствии поверхностно активных веществ. В результате возможно синтезировать электропроводящие и экранирующие ЭМИ композитные материалы, а также электродные ленты для суперконденсаторов. Изменяя тип углеродных добавок, а также используя газофазную функционализацию, можно добиться эффекта экранирования ЭМИ либо за счет существенного отражения, либо за счет существенного поглощения падающего излучения, а также создать высокоэффективные суперконденсаторы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118012690131-9, 26.01.2018

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНОВ ПРИ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПЛАЗМЕННЫХ СТРУЯХ

Проект направлен на решение актуальной проблемы - создание научных основ технологии непрерывного процесса бескаталитического синтеза графенов и углеродных нанотрубок с высокой производительностью при использовании конверсии углеводородов в плазменных струях.

Основная цель – определение оптимальных условий синтеза графенов и углеродных нанотрубок с точки зрения преобразования углерода в конкретные продукты синтеза и высокой производительности на установке, основой которой являются плазмоструйный реактор и плазмотрон постоянного тока мощностью до 40 кВт.

Основное содержание работы - параметрические исследования влияния давления газа в реакторе, расхода и рода плазмообразующего газа (гелий, аргон, азот), расхода углеводородов (пропан, бутан, метан, ацетилен), на эффективность образование углеродных нанотрубок и графенов и их морфологию. Одна из целей работы моделирование состава плазменной струи в области нуклеации продуктов конверсии углеводородов и нахождения впервые связи этого состава с морфологией получаемых углеродных наноструктур. Предполагается определить впервые оптимальные условия для прямого допирования графена водородом и азотом во время его синтеза. Для исследования синтезируемых материалов будут использоваться методы электронной микроскопии, рамановского рассеяния, термогравитометрического и рентгенофазового анализа.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119080990051-5, 07.08.2019

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАНО-КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КАТАЛИЗЕ И В ИЗГОТОВЛЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО СПРОЕКТИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Оксид графена (ОГ) является одним из наиболее интенсивно изучаемых материалов за последнее десятилетие. В то же время, его тонкая химическая структура и свойства до сих пор не вполне понятны. Особенно это касается взаимодействия ОГ с катионами металлов. Поэтому подобные исследования чрезвычайно важны для понимания химии ОГ, а также химизма нуклеации и роста НЧ металлов. Одним из очевидных преимуществ подобных нанокомпозитов является их применение в катализе.

Цель проекта состоит в получении нанокомпозитов метал-модифицированного ОГ с размером НЧ металлов от нескольких нанометров и вплоть до состоящих из нескольких атомов. Планируется добиться не только существенного улучшения соотношения цена/качество таких нанокомпозитов, но и изменения механизмов катализа благодаря синергетическому эффекту ОГ и металлов.

Другим направлением исследований является изготовление полимерных композитных материалов содержащих добавки углеродных наноструктур, основанным на интеллектуальном проектировании полимерных композитов, базирующимся на управлении наноструктурой добавок и их распределения в полимерной матрице. Дополнительные перспективы имеет применение в составе композитов метал-модифицированного ОГ и некоторых других новейших углеродных наноструктур.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119061490008-3, 14.06.2019

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ И ПЛАЗМЫ

Проект направлен на: получение новых материалов на основе углеродных наноструктур и композитов углерод-металл/полупроводник; разработку теоретических моделей формирования наноструктур по механизму «снизу-вверх» при самосборке из отдельных атомов и кластеров в неравновесных условиях и плазме; разработку теплофизических моделей описывающих тепломассообмен в устройствах наноэлектроники. Синтез новых материалов предполагается проводить с использованием двух классических технологий

электрической дуги и методом химического каталитического осаждения из газовой фазы.

Задачи исследований электродугового разряда будут сосредоточены на развитии технологий производства металл-углеродных композитов с различной морфологией, электрофизическими, оптическими и химическими свойствами. Развитие методов химического каталитического осаждения из газовой фазы будет ориентировано на построение моделей формирования углеродных наноструктур при разложении углеводородов на различных каталитических поверхностях. Развитие методов синтеза графена (нуклеация и рост графеновых кристаллов на поверхности меди), его переноса на различные поверхности (исследование сил адгезии графена к поверхностям с различных химическим составом и морфологией) и создания на основе графена функциональных устройств. Развитие методов напыления сплошных пленок и островковых покрытий на графеновый монокристалл и поликристалл. Разработка теплофизических моделей, описывающих тепломассообмен в устройствах наноэлектроники будет проводиться с учетом специфики задачи (сильная нелинейность краевой задачи, малые размеры).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119011590032-2, 14.01.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ДВУХМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА, ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА, УГЛЕРОДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК И ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА: ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В начинаемой научно-исследовательской работе планируется проведение химического синтеза новых материалов на основе графена: суспензии (оксид графеновые, графеновые, фторографеновые), пленки, бумаги, слоистые структуры, гибридные материалы, люминесцирующие углеродные квантовые точки, графеновые структуры с квантовыми точками. Также методом CVD будут синтезированы графеновые пленки большой площади, а также пленки полупроводниковые пленки дисульфида молибдена. Планируется создание Ван-дер-Ваальсовых гетероструктур на основе синтезированных двухмерных материалов. Будет проведено комплексное исследование структурных оптических, электрических характеристик синтезированных двухмерных материалов. Будут исследованы электронные процессы в плученных гетероструктурах. Планируется разработка технологий создания прозрачных проводящих графеновых гибких сенсорных экранов, сенсоров влажности на основе графена и оксида графена, мемристоров, биосенсоров.

Научная новизна исследований заключается в разработке новых электронных приборных структур на основе графена и дисульфида молибдена, которые обладают уникальными свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.АММОСОВА»

№ АААА-А19-119122490022-7, 23.12.2019

ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Контроль состояния различных объектов, конструкций, их элементов и прочего является крайне важной задачей в различных отраслях деятельности человека. В частности, измерение характеристических параметров, позволяющих решить эту задачу, можно выполнять с помощью тензометрических датчиков. Основной принцип их работы заключается в преобразовании величины деформации в какой-либо сигнал (чаще всего электрический). Данные устройства позволяют измерять силу, вес, давление, механические напряжения, перемещение, крутящий момент и т.д. Среди различных способов измерения деформации — тензорезистивный, пьезоэлектрический, оптико-поляризационный, пьезорезистивный, волоконно-оптический, механический, самое широкое распространение получил тензорезистивный. Тензорезистивный датчик состоит из резистора, сопротивление которого меняется в зависимости от механического напряжения в нем возникающего. Их изготовление может осуществляться с помощью металлической фольги, проволоки, путем напыления полупроводника или металла.

Полупроводниковые тензодатчики имеют преимущество в чувствительности перед остальными видами, однако, их производство обходится дороже. При производстве тензодатчиков, в качестве альтернативного компонента полупроводникам может выступать графен — двумерный углеродный материал. Его примечательные свойства — высокая проводимость, прочность и гибкость делают его отличным кандидатом для роли тензорезистора. С его помощью можно не только значительно уменьшить толщину изготавливаемого устройства, но и сделать их незаметными (однослойный графен пропускает до 97% изучения в видимом диапазоне), если на то есть потребность значительного удешевления производства тензорезисторов можно добиться, применяя широко распространенный метод синтеза графена — CVD (chemical vapor deposition — химического осаждение из газовой фазы). Также для снижения стоимости производства можно использовать механический метод переноса графена с каталитических подложек, с целью их повторного использования.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119091390037-1, 06.09.2019

НОВЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ГРАФЕНА И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Графен является перспективной основой для газовых сенсоров широкого спектра применения и в частности, для создания газоаналитических мультисенсорных преобразователей, устройств типа «электронный нос».

Целью настоящего проекта является разработка подходов к созданию материальной базы для эффективных газоаналитических приборов, основанных на управляемой функционализации графена различными

кислородсодержащими группами, карбонильными и карбоксильными, азот-, серо- и фосфорсодержащими группами, в том числе, во взаимодействии с вакансиями и их кластерами (наноразмерными дырками). Планируется проведение исследований, включающих численное моделирование взаимодействия различных функциональных групп с наночастицами оксидов металлов, олова, цинка, церия и титана, синтез соответствующих композитов наночастицы/функционализированный графен, изучение их электрофизических и структурных характеристик. При этом одной из основных задач проекта представляется не только эффективная иммобилизация требуемого вида частиц на поверхности графена, но и повышение электрофизического отклика системы наночастица/графен за счёт связывания через функциональные группы, выступающих, таким образом, одновременно и в роли лиганда частицы, модифицирующего её электронные свойства.

Предполагается, что данный подход позволит получить газоаналитические мультисенсорные преобразователи высокого уровня чувствительности и селективности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ АААА-А19-119053190049-4, 23.05.2019

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГИБРИДНЫХ БАТАРЕЙ-СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ 2D НАНОКРИСТАЛЛОВ ОКСИДОВ (ГИДРОКСИДОВ) Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Fe И ДР., ПОЛУЧАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА

В результате выполнения данного исследования предполагается создать новые высокоэффективные электродные материалы на основе 2D нанокристаллов оксидов (гидроксидов) переходных металлов (Ni, Co, Mn, Cu, Zn и Fe) и их композитов с углеродными материалами (графен, углеродные нанотрубки), которые будут иметь удельную емкость до 500 мАч/г, удельную мощность до 120-160 Вт*ч/кг и стабильность при многократном циклировании с падением исходной емкости не более 10% после 10000 циклов заряда-разряда. Предполагается также изучить закономерности влияния условий синтеза на изменение электрохимических свойств синтезированных электродных материалов и выбрать условия, которые задают максимальные значения практически важных свойств и провести электрохимические исследования полученных материалов в качестве электродов для гибридных батарей-суперконденсаторов.

Полученные результаты будут обобщены и проанализированы и на этом основании будут сделаны выводы о влиянии морфологии, состава и условий синтеза на электрохимические свойства полученного материала. Будут проанализированы все результаты, полученные в ходе выполнения проекта, и сделаны выводы о целесообразности применения конкретных материалов в реальных технологических процессах для производства гибридных батарей-суперконденсаторов. Будут предложены также новые способы получения перспективных электродных материалов с улучшенными электрохимическими характеристиками, которые могут быть использованы в современных недорогих и экологически безопасных производствах. В этом отношении выполнение данного исследования, несомненно, способствует решению многих практически важных задач, стоящих перед отечественной наукой и производством.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119090390040-4, 02.09.2019

ФОРМИРОВАНИЕ ОРИЕНТИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И СВОЙСТВА ВОЛОКОН НА ИХ ОСНОВЕ

Разработка композиционных и гибридных волокон на основе биорезорбируемого природного (хитозан) и синтетических (полилактид, полиимид) полимеров, содержащих в качестве наполнителей органические (нанофибриллы хитина) и неорганические (гидроксиапатит, углеродные нанотрубки, графен) наночастицы различной формы, исследование их структуры, прочностных и деформационных свойств, цитотоксичности, а также кинетики резорбции в натурных экспериментах.

Решение этих задач позволит разработать научные основы формирования ориентированной структуры нанокомпозитных волокон на основе вышеперечисленных и других полимеров, содержащих наполнители, выявить влияние химической и надмолекулярной структуры волокон на их прочностные и деформационные характеристики, цитотоксичность, а также на процесс резорбции биосовместимых волокон и композиционных материалов на их основе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119120690149-5, 06.12.2019

КОМПОЗИТНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ОКСИДОВ Ce, Zn И Zr: СИНТЕЗ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ КЕРАМИКИ ШИРОКОГО СПЕКТРА НАЗНАЧЕНИЯ

Проект относится к неорганической химии, он направлен на исследование процессов формирования композитных наноструктур на основе графена и оксидов Ce, Zn, Zr или кластеров 0-валентных металлов VIII группы в водно-органических коллоидах и в ходе последующих термообработки и компактировании методом горячего прессования.

Фундаментальный аспект работы охватывает исследование механизма формирования композитных наноструктур в виде порошков, блочных материалов и нанометровых покрытий, а также полную характеризацию разработанных структур с помощью комплекса инструментальных методов, включающую фазовый состав, морфологию, каталитическую активность, магнитные и электрофизические свойства, емкость по водороду.

Разрабатываемые композиты являются перспективными для создания на их основе новых материалов широкого спектра назначения: электродов с повышенными электрохимической каталитической активностью и селективностью, (био)сенсоров, высокомощных суперкондансаторов, (фото)катализаторов, теплозащитных покрытий, носителей катализаторов,

твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), матриц для иммобилизации белка (векторная доставка), транзисторов.

Новизна планируемых результатов обусловлена тем, что в разрабатываемом подходе сочетание золь-гель синтеза и ультразвуковой эксфолиации графена дополнено использованием в обоих процессах N,N-диметилоктиламина, и на заключительном этапе при соединении двух коллоидов взаимодействие частиц золя и графеновых листов происходит внутри и на поверхности микрокапель органического компонента (подобие нанореактора), в результате чего формируются композитные структуры с ван-дер-ваальсовым взаимодействием между компонентами. Такой подход позволяет работать с неокисленным графеном и полностью использовать его уникальные электронные свойства в композите. Полученные результаты могут служить научной основой для создания технологии новых функциональных материалов широкого спектра назначения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ИМ. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119092690070-2, 25.09.2019

ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ОДНОМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Целью фундаментального исследования является создание сверхузких протяженных полос графена с возможностью контроля их оптических и магнитных свойств, изучение электронной структуры полос графена со встроенными атомами металлов. Ширина полос, геометрия их краев, наличие дополнительных неуглеродных атомов на краях и их встраивание внутрь самих полос определяют свойства сформированных одномерных полос графена.

В ходе выполнения проекта будет проведено изучение зависимости параметров заполнения нанотрубок и формирования полос при помощи просвечивающей электронной микроскопии. Планируется изучение положений внедренных атомов металлов в сформированных полосах графена. Будет произведено исследование оптических свойств узких протяженных полос графена с внедренными атомами металлов, выполнено подробное изучение свойств молекул фталоцианина кобальта внутри одностенных нанотрубок и полимеризованных молекул фталоцианина кобальта в полосы графена внутри нанотрубок. Будут проведены спектроскопические исследования новых материалов при низких температурах до 5 К.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А19-119013090038-3, 29.01.2019

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ СОЕДИНЕНИЙ ГРУППЫ IV, А3В5, НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРИБОРОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Разработка технологии роста эпитаксиальных слоев широкозонных полупроводников (3C-SiC, ZnO, GaN, AlN / AlGaN), пьезоэлектрических пленок твёрдых растворов цирконата-титана свинца $Pb(Zn,Ti)O_3$ (PZT); а также светоизлучающих структур на основе Si и SiGe. Исследование влияния спонтанной поляризации на вольтамперные характеристики PZT пленок, полученных разными методами. Исследование оптических свойств нелегированного карбида кремния, а также структур на основе Si и SiGe. Исследования проводились по следующим направлениям: разработка технологий формирования кристаллической структуры СЭ пленок PZT без использования промежуточных слоев термического оксида. Исследование распада твердого раствора межузельного Mg в Si. Разрабатывалась технология роста, а также исследовались структурные, магнитные и магнитооптические свойства пленок ZnO, легированных 3d примесью- Fe. Продолжены исследования по развитию инженерии дефектов в технологии кремниевых светоизлучающих структур с люминесценцией, обусловленной протяженными структурными дефектами. Изучение транспортные свойства графитизированного карбида кремния со слоем графена в слабых магнитных полях и при низких температурах. Получены аналитические константы электрон-фононной связи. Предложены модели латеральных эпитаксиальных гетероструктур, допускающие аналитическое рассмотрение.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119090390021-3, 29.07.2019

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ ПОЛИБЕНЗИМИДАЗОЛА И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ И ПРИКЛАДНОЙ ПОТЕНЦИАЛ

Предлагаемый проект посвящен созданию и исследованию новых функциональных композиционных материалов на основе полимерной матрицы с проводящим наполнителем. Предлагается в качестве полимерной матрицы использовать представителя семейства полибензимидазолов поли-2,2′-п-оксидифенилен-5,5′-бисдибензимидазолоксид (ОПБИ). Полибензимидазол обладает наилучшими механическими характеристиками и максимальными температурами устойчивости таких характеристик среди прочих полимеров. В качестве проводящей фазы в данном проекте предлагается использовать наноструктурированные углеродные материалы, в том числе малослойный графен (МСГ), получаемый по оригинальной методике. Создание проводящего композиционного материала на основе данного полимера позволит использовать его выдающиеся характеристики для создания тензорезистивных элементов для гибкой и высокотемпературной электроники.

В рамках проекта методом термического разложения предшественников будет получен малослойный графен, на основе которого при помощи метода ультразвукового расщепления будут получены устойчивые дисперсии МСГ в растворе ОПБИ с органическим растворителем. Ультразвуковым расщеплением будут также получены дисперсии графитовых нанопластин в растворе ОПБИ. Методами полива раствора полимера и спин-коутинга будут получены пленочные образцы композиционных материалов равномерной толщины до 50 мкм. Полученные образцы будут охарактеризованы методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской дифрактометрии, термогравиметрического анализа, что позволит получить информацию о морфологии получаемых образцов и их устойчивости при высоких температурах. Детальное изучение температурных зависимостей электрического

сопротивления пленочных образцов в широком диапазоне температур, от 4,2 до 500 К, позволит получить новые фундаментальные знания об электронном транспорте в таких системах с различной концентрацией проводящей фазы.

Сопоставление полученных данных о морфологии композиционных образцов, их устойчивости при высоких температурах, механизмах электронного транспорта при низких и высоких температурах с параметрами тензорезистивного эффекта позволит сделать выводы о зависимости функциональных свойств материалов от их состава и о перспективности прикладного потенциала таких материалов для сенсорной, в том числе гибкой и высокотемпературной, электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119112590027-2, 12.11.2019

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ С ВЫСОКОВОЛЬТНЫМИ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ И НАНОРАЗМЕРНЫМИ ПОЛИАНИЛИН/ГРАФЕНОВЫМИ КОМПОЗИТАМИ

В этом проекте планируется разработка и изучение ряда наноразмерных композиционных материалов на основе электропроводящего полимера (полианилина) с высокой электрохимической активностью и графеновых наноструктур. Графен стабилизирует полимер и увеличивает проводимость композиционного материала. Такой гибрид не только поможет избежать быстрой деградации композита, но и увеличит его проводимость. Смеси неорганических солей и кислот в органических растворителях будут исследованы как новые электролиты с целью увеличения его потенциального окна. Проводимость, сопротивление, вязкость и другие параметры электролитических систем будут изучены. На основе разработанных материалов будет изготовлен и испытан прототип суперконденсатора.

Работа ориентирована на получение высокоэффективного суперконденсатора с использованием полианилин/графенового композита в качестве материала электрода в новом неводном электролите с тщательным анализом механизмов переноса заряда в полианилине и неводном электролитах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119121060003-2, 05.12.2019

МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СПИНОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Получение и последующее изучение монослоев графена привели к открытию нового направления в физике, связанного с поиском других двумерных материалов с гексагональной кристаллической решеткой и подобными оптическими, транспортными и электронными свойствами. За прошедшее десятилетие неплохо изучены тонкие пленки дихалькогенидов переходных металлов и нитрида бора, а также силицен, германен и станен, представляющие материала из одного слоя атомов кремния, германия и олова соответственно и многое другое. А недавние магнитооптические исследования убедительно подтвердили наличие ферромагнитного упорядочения в монослоях трийодида хрома при температурах ниже 40-50 К.

В рамках настоящего проекта планируется детальное изучение электромагнитных свойств низкоразмерных магнитных материалов в рамках микроскопической теории с песпективой их последующего использования в квантовых магнитооптических и магнитоэлектрических устройствах обработки информации. Будут изучены электромагнитные свойства магнитофотонных структур, составленных из низкоразмерных магнитных материалов, включая трийодид хрома и магнитные черновские изоляторы.

В рамках проекта будут исследованы спин-орбитальные моменты, связанные с распространением спин-поляризованного электрического тока или электромагнитного излучения, и возможность их использования для управления намагниченностью в контексте реализации вычислительной архитектуры.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СКОЛКОВСКИЙ ИНСТИТУТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

№ АААА-А19-119090990065-1, 09.09.2019

ПОЛИМЕРМАТРИЧНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТЬЮ ДЛЯ ЗАМЕНЫ СТЕКЛОТЕКСТОЛИТА В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ КОМПАКТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Проект направлен на создание нового полимерматричного композиционного материала с повышенной теплопроводностью (выше 5 В/м К), стабильностью, высокой механической прочностью и подразумевающий легкую переработку, и утилизацию. Данный материал может быть использован для замены стеклотекстолита в печатных платах мелкой электроники, что позволит повысить стабильность их работы за счет более быстрого отвода тепла. Обеспечение легкости переработки будет достигнуто за счет использования термопластов в качестве основны, а использование функционализированных нанослоев нитрида бора позволит достичь высокой теплопроводности, при этом не влияя на изолирующие свойства данного материала. Обеспечение механической прочности материала предполагается за счет использования оксида графена в качестве дополнительного армирующего наполнителя. Разработанный материал также можно будет использовать в технологии 3Д печати методом FDM.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А19-119100490085-0, 01.10.2019

РАЗРАБОТКА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ НАНОЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА

Фундаментальной целью проекта является создание моделей устойчивого, воспроизводимого синтеза массивов углеродных нанотрубок, слоев графена и элементов

наноэлектронных приборов, с заданными параметрами качества, на кремниевых подложках, выполненных по планарной технологии, а также изучение основополагающих механизмов их формирования и самоформирования, методами физико-математического моделирования, опирающимися на экспериментальные исследованию.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119081290078-6, 09.08.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 2D-МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ФОТОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Активное внимание исследователей на протяжение последних лет направлено на разработку новых материалов для регистрации оптического излучения, в первую очередь, ИК-диапазона. В последние время большое развитие получили двумерные материалы как индивидуальные - на основе графена, фосфорена, дисульфида и диселенида молибдена, так и композитные на основе нескольких двумерных материалов, так и двумерных материалов, декорированных наноструктурами (квантовые точки, нановолокна, наностержни). Многослойные структуры на основе двумерных материалов различного состава и наноструктур содержащие 3 и более слоев ранее активно не рассматривались для применения в фотоэлектроники, однако они представляют интерес в качестве перспективной компонентной базы для фотоприемных устройств нового поколения.

Благодаря возможности управления зонной структурой таких материалов на стадии их формирования становится возможным создание принципиально нового класса полупроводниковых гетероструктур для новых приборов регистрации слабых сигналов оптического излучения.

Разработчик: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НПО «ОРИОН»

№ АААА-А19-119011090011-2, 09.01.2019

ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ПО ПРОГРАММЕ «МИХАИЛ ЛОМОНОСОВ» ПО ТЕМЕ: «ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФЕНОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКРАЙБИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

Цель данного проекта состоит в разработке и исследовании сенсоров на основе графена и их дальнейшем применении для анализа и мониторинга объектов окружающей среды. Аналитические характеристики полученных электродов будут исследованы электрохимическими и миктроскопическими методами. Планируется проведение модификации рабочей поверхности электродов с целью улучшения их характеристик и дальнейшее их использование в анализе проб реальных объектов окружающей среды.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119091090108-1, 09.09.2019

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРАФЕНОЛЕГИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПАСТ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Цель исследования - использование одной универсальной добавки в виде оксида графена для получения паст на основе керамики, обладающих оптимальным вязкоупругим поведением для использования в технологии аддитивного производства – робокастинга.

Ожидаемые результаты: анализ теоретических аспектов и разработка технологических подходов по созданию новых поколений изделий из керамики, полученных по аддитивной технологии – робокастинга, с использованием инновационных графеносодержащих паст; получение функциональных образцов из графеносодержащей керамики, имеющие сложную пространственную конфигурацию; получение новых видов графеносодержащих паст для 3D печати, имеющих оптимальное вязкоупругое поведение, на основе таких керамик как Al_2O_3, ZrO_2 и SiC и композитов на их основе, определение взаимосвязи между основными технологическими режимами робокастинга, структурой и свойствами изделий из графеносодержащих керамик; установление связи между технологическими режимами термообработки заготовок изделий, полученных из графеносодержащих паст.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»

№ АААА-А19-119041690016-8, 15.04.2019

РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРАФЕНОВЫХ НОНОСТРУКТУР ИЗ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МЕТОДОМ САМОРАСПОСТРОНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР С НАНЕСЕННЫМ МЕТАЛЛОМ-КАТАЛИЗАТОРОМ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ, ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ

НИОКТР посвящена разработке технологии получения, востребованного углеродного наноматериала, а именно малослойных агрегатов графена (graphene nanosheets или сокращенно GNP) из полисахаридов (крахмал, глюкоза, целлюлоза) и отходов деревообрабатывающей промышленности (кора, лигнин) основанную на методе самораспостроняющегося высокотемпературного синтеза.

Данная методика позволяет получать продукт высокого качества качество (количество слоев не более 20, размер

частиц около 15 мкм, удельная поверхность 100-650 м²/г) по низкой себестоимости (3000 руб/кг). Методика является легко масштабируемой (в плоть до сотен тонн) т.к. производительность метода ограничена лишь размером реактора.

Предлагаемый продукт может использоваться в следующих отраслях полностью удовлетворяя их потребности: полимерные и металлические композиты; керамические композиты; сорбенты (в т.ч. и для сорбции радионуклиодов); в качестве материала для суперконденсаторов; в качестве носителей металлов-катализаторов; в различных биоприменениях и т.д.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭКОГРАФЕН»

№ АААА-А19-119031490053-6, 14.03.2019

УПРАВЛЕНИЕ КОНВЕРСИЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В СТРУЕ ПЛАЗМЫ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ДЕФЕКТАМИ

Актуальность получения наноразмерных структур обусловлена перспективами создания на основе уже открытых физических явлений систем с широкими функциональными возможностями для электронной техники и информационных технологий нового поколения. Достижения в разработке и изготовлении наноструктур различного назначения в наибольшей степени определяются уровнем развития технологий, которые позволяют с атомной точностью получать наноструктуры необходимой морфологии и размерности, а также методов управления технологическими процессами.

В данной работе для синтеза низкоразмерных модификаций углерода (нанотрубок и графена) использована струя плазмы инертного газа (аргон, гелий, азот) в реакторе с проточной системой откачки. В качестве генератора плазмы использован плазмотрон постоянного тока мощностью до 40 кВт. В качестве прекурсора углерода использованы углеводороды (метан, ацетилен, пропан-бутан). Найдены оптимальные параметры конверсии смеси инертного газа с углеводородом для селективного синтеза углеродных нанотрубок, графена и систем на их основе. Для оптимизации параметров потока разработана численная модель течения в тракте установки, включающем собственно плазмотрон и реактор с коническим коллектором. Показано влияние распределения температур в реакторе на морфологию и дисперсность синтезированных низкоразмерных углеродных структур.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОВРЕМЕННЫЕ ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

№ АААА-А19-119011690024-6, 15.01.2019

СОЗДАНИЕ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ СУСПЕНЗИЙ И ПЛЕНОК: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОТРУДНИК НА ПОСТОЯННОЙ ОСНОВЕ

Научно-исследовательская работа направлена на разработку методов функционализации графеновых суспензий и пленок для получения фторированного графена (ФГ) и графена, функционализированного N-метилпирролидоном (Ф-NMP), изучение зависимостей структурных и электрофизических свойств ФГ и Ф-NMP от условий и времени функционализации, изучение возможностей применения пленок функционализированного графена, в частности для печатной и гибкой электроники.

Научный и практический интерес переходит от 3D материалов к 2D материалам, от твердотельной электроники к гибкой электронике, что предполагает поиск новых материалов и технологий, направленных на экономически эффективное, крупномасштабное производство электронных компонентов и устройств с перспективными свойствами.

В работе будет применен новый подход ко фторированию графеновой суспензии, который позволяет настраивать свойства пленок, создаваемых из суспензий. Будет проведено исследование и анализ вольт-амперных характеристик пленок ФГ с разной степенью фторирования, на которых наблюдаются перспективные для приложений явление отрицательного дифференциального сопротивления и эффект резистивного переключения. Пленки из фторированной суспензии недорогие и простые в изготовлении, их достаточно просто осуществить практически.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.АММОСОВА»

№ АААА-А19-119123090015-0, 30.12.2019

КОМПОЗИТЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ, АРМИРОВАННЫЕ ГРАФЕНОМ И НАНОРАЗМЕРНЫМ ДЕТОНАЦИОННЫМ УГЛЕРОДОМ

Проект нацелен на создание научных основ технологии получения композитов с металлической матрицей (КММ) с армирующими добавками в виде наноразмерного детонационного углерода (НДУ) и графена, полученного методом плазменного расслоения (plasma exfoliation). Объемные образцы КММ планируется изготавливать из порошков различных металлов (медь, никель, алюминий, титан) и упомянутых углеродных наноматериалов (графен, НДУ) с применением детонационного напыления (ДН), искрового плазменного спекания (ИПС) и горячего изостатического прессования (ГИП).

Исследования позволят получить новые фундаментальные знания о процессах, протекающих в условиях ДН, ИПС и ГИП в системе металл-углерод. Новизна проекта в том, что впервые будут изучены физические и химические процессы, способствующие консолидации частиц в смесях металл-углерод применительно к вышеупомянутым углеродным материалам. Прикладной аспект проекта заключается в том, что будут получены данные, полезные для создания новых конструкционных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ ИМ. М.А. ЛАВРЕНТЬЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119011590111-4, 10.01.2019

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ ГРАФЕНОВЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ

Объектом исследования является цементные композиции с использованием наномодифицирующей добавки (графена).

Цель исследования в рамках проекта – установление основ рецептурно-технологической оптимизации структуры цементных композитов, а именно, повышения однородности распределения наноразмерного модифицирующего компонента, для снижения температурного градиента и предупреждения трещинообразования на ранних стадиях структурообразования.

Ожидаемые результаты: 1. Методологические основы управления структурой и свойствами цементных композиций за счет применения графеновых наночастиц; 2. Подходы к получению графенсодержащих цементных систем с максимальной степенью гомогенизации по объему; 3. Механизм влияния наномодифицирующего компонента – графена на химико-минеральные, структурные и физико-механические параметры цементных композиций; 4. Закономерности изменения свойств цементных композиций от степени гомогенизации наномодифицирующего компонента; 5. Рецептурно-технологические принципы получения графенсодержащих цементных композиций с повышенной теплопроводностью и пониженным температурным трещинообразованием.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»

№ АААА-А19-119121790088-3, 13.12.2019

ФОТОНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследование направлено на разработку технологий синтеза и обработки, исследование свойств и применений в фотонике и электронике новых углеродных материалов: моно, поли и нанокристаллического алмаза, получаемого осаждением из газовой фазы на подложке (CVD алмаз); одностенных углеродных нанотрубок; графена; углеродных наночастиц. Основной акцент будут сделан на создании новых и совершенствовании известных высокоскоростных технологий газофазного (плазмохимического) синтеза, оптических методах контроля качества синтезируемых материалов, механических, химических и лазерных способах из обработки.

Конечной целью является получение углеродных материалов и изделий на их основе (пластины, тонкие пленки и т.п.), обладающих совокупностью уникальных свойств: высокая теплопроводность; широкодиапазонная оптическая прозрачность; низкая дефектность и высокая подвижность носителей заряда; возможность высокой и контролируемой степени легирования. В результате проведения комплексных фундаментальных исследований открывается возможность создания новых элементов и устройств для фотоники (оптика для рентгеновского, УФ, видимого, ИК и терагерцового диапазонов, сенсоры, новые типы лазеров, люминесцентные маркеры и другие) и электроники (теплоотводы для интегральных схем, скоростные высоковольтные переключатели, мощные транзисторы, радиационно-стойкие детекторы ионизирующего излучения, полевые эмиттеры электронов).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119121290110-6, 29.11.2019

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОИСТЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА

Современные технологии по синтезу, исследованию и применению наноматериалов стремительно развиваются. Одним из самых активно исследуемых наноматериалов является графен – двумерная структура, состоящая из атомов углерода, выстроенных в форме правильных шестиугольников. За 15 лет с момента открытия этого материала учёные разработали большое количество применений графена, а микро- и наноэлектроника является самым технологичным, сложным, но в тоже время самым востребованным направлением. Теоретически для графена было предсказано экстремально высокая подвижность зарядов, но на практике высокого значения добиться очень тяжело. Обычно подложка оказывает сильно влияние на свойства графена, поэтому самые высокие экспериментальные значения для подвижности зарядов были достигнуты в графене, свободно подвешенном над отверстием размером несколько микрометров. Но внедрение такой технологии в производство микроэлектроники практически невозможно, тогда было предложено использование гексагонального нитрида бора (h-BN) в качестве подложки. h-BN обладает диэлектрическими свойствами и высокой диэлектрической проницаемостью, что делает его отличной подложкой для исследования графена и приводит к увеличению подвижности зарядов в графене в десятки раз, по сравнению со значением подвижности в графене, перенесённом на окисленный кремний. Но большим недостатком для внедрения этого решения является отсутствие технологии получения h-BN высокого качества и размером более 100 микрометров.

В настоящем проекте предлагается создать Ван-дер-Ваальсовые гетероструктуры на основе графена с акцентом на достижение высокой подвижности зарядов в нём. А именно, предлагается в качестве диэлектрической пары графену использовать новый высоко константный диэлектрический материал –- графен, химически модифицированный N – метилпирролидоном (G-NMP).

В ходе выполнения проекта будут созданы слоистых гетероструктуры из плёнок G-NMP и графена, с целью уменьшения влияние подложки на подвижность зарядов в графене, также будут исследованы оптические и электрофизические свойства полученных гетероструктур. В ходе работы будут измерены подвижности зарядов в графене в комбинациях с различными плёнками из G-NMP; будут созданы и исследованы многослойные гетероструктуры, так называемый инкапсулированный графен (графен между двумя диэлектрическими слоями). Полученные в ходе работы результаты, во-первых, дадут подробную информацию о взаимодействии чистого графена с функционализированным графеном, во-вторых, увеличенная подвижность зарядов в графене откроет новые возможности для применения современного материала в микро- и наноэлектронике в качестве быстродействующего канала транзистора, или в

оптоэлектронике в качестве детектора электромагнитного излучения, или в других смежных областях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119022890049-3, 12.02.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И МЕХАНИЗМА АДСОРБЦИИ ВОДОРОДА В ГРАФДИНОВЫХ НАНОТРУБКАХ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В ПОРАХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МЕМБРАН, И ПРОВЕДЕНИЕ РЕАКЦИЙ НЕКАТАЛИТИЧЕСКОГО ГИДРИРОВАНИЯ ОЛЕФИНОВ ЭТИМ ВОДОРОДОМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ МЕМБРАННЫХ РЕАКТОРОВ ГИДРИРОВАНИЯ С АККУМУЛИРОВАННЫМ ВОДОРОДОМ

В настоящее время активно развиваются работы по синтезу и исследованию углеродных наноструктур (фуллерены, графены, графины, графдины и т. д.), что обусловлено их уникальными поверхностно-адсорбционными и электронно-эмиссионными свойствами.

В связи с этим, синтез графдиновых нанотрубок (ГНТ) в порах неорганических мембран, изучение их водород-адсорбционных свойств и проведение реакций гидрирования олефинов этим водородом является весьма актуальным и новым. Действительно, впервые, графдиновая нанотрубка рассматривается как наноразмерный реактор гидрирования с аккумулированным водородом. Для этого, впервые, будет исследована адсорбция водорода в ГНТ. Впервые проведено определение количества адсорбируемого водорода. Впервые изучен механизм его адсорбции в ГНТ. Впервые проведена реакция гидрирования с использованием адсорбированного водорода. Впервые определены кинетические параметры реакции.

Синтез ГНТ будет проведен в порах мембран «TRUMEM» путем перекрестной (cross-coupling) реакции 1,2,3,4,5,6-гексаэтинил бензола в присутствии пиридина и медной фольги в качестве катализатора. Значимость ожидаемых результатов весьма высока поскольку, впервые, будет исследован механизм адсорбции-десорбции водорода в ГНТ и закономерности реакций гидрирования с его участием. Впервые будет изучена реакционная способность водорода, адсорбированного в углеродной наноструктуре, что позволит сформулировать концепцию его активации углеродной наноструктурой и оценить перспективы развития этого направления.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ИМ. А.В. ТОПЧИЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119121390015-3, 09.12.2019

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Объектами исследования являются оксид графена, электрохимические покрытия, полимерные материалы, подогреватель нефти. Цель работы - изучение физико-химических закономерностей создания композиционных материалов и покрытий многофункционального назначения с прогнозируемым комплексом эксплуатационных свойств, разработка нового высокоэффективного оборудования химических и нефтегазовых производств.

Ожидаемые результаты НИР - условия электрохимического синтеза многослойного оксида графена; функциональные свойства покрытий на основе никеля, модифицированных оксидом графена; влияние содержания наполнителя и способа получения на функциональные свойства полимерных композиционных материалов; конструктивная схема подогревателя нефти; влияние углеродных наноматериалов на функциональные свойства цинковых композиционных покрытий; физико-механические свойства эпоксидных нанокомпозитов; математическая модель теплогидравлических процессов в подогревателе нефти; технология получения биоразлагаемых полимерных композитов; параметры электрохимического синтеза многослойного оксида графена в кислотных электролитах; методология получения композиционных покрытий, модифицированных наноструктурированными углеродными материалами; научно обоснованные принципы создания многофункциональных полимерных композиционных материалов.

Разработчик: ЭНГЕЛЬССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ АААА-А19-119111890052-4, 18.11.2019

ГИБРИДНЫЕ СЕНСОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЛЕНОК РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ И АКУСТОЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Целью предлагаемого проекта является разработка, исследование и создание сенсорных элементов для акустоэлектронных газовых датчиков нового поколения на основе модифицированных пленок оксидов металлов и нанокомпозитных структур фталоцианин-полимер.

При выполнении проекта будут созданы пленки оксидов металлов (ZnO, CuO, PdO) с развитой поверхностью и, модифицированных наночастицами различного типа (Ag, Pd, Au), получены композитные пленки фталоцианинов металлов (Al, Cu), модифицированных полупроводниковыми наночастицами (ZnO, CdS) и наноуглеродными материалами (оксид графена, фуллерены и металлорганические молекулярные кластеры). Будут исследованы их морфологические, структурные и физико-химические свойства. Также будут прояснены механизмы влияния внешней среды на электрофизические свойства разрабатываемых пленок.

На основании полученных результатов будут разработаны и созданы макеты сенсорных элементов на основе созданных пленок и пьезоэлектрических структур для акустоэлектронных газовых (H_2S, NO_2, NH_3, CO_2, озон, H_2, и др.) датчиков с повышенной чувствительностью и селективностью.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А. КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119011990003-8, 15.01.2019

СОЗДАНИЕ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БИОМЕДИЦИНСКИХ ОПТИЧЕСКИХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МИКРОПЕЧАТИ

Эффект гигантского комбинационного рассеяния заключается в тысячекратном усилении КР-сигнала от органических молекул в присутствии металлических наноструктур с эффектом поверхностного плазмонного резонанса. Морфология наноструктур и их размер определяют спектр экстинкции субстратов и эффективность плазмонного резонанса.

Целью данного проекта является создание высокочувствительного полихроматического элемента сенсорного устройства с помощью подходов трафаретной и струйной печати, а также метода перьевой литографии. Преимуществом полихроматического оптически-активного субстрата является его многофункциональность в отношении анализа аналитов различной природы.

Данный проект направлен на изучение инженерных аспектов процедуры формирования субстратов и предусматривает разработку технологических приемов печати подобных структур, позволяющих формировать мозаичную планарную систему с доменами с поверхностным плазмонным резонансом в различных диапазонах видимой области спектра. Будет осуществлено точечное нанесение наноструктур золота и серебра на поверхность инвертированных опалов или полупроводниковых сульфидных субстратов для достижения максимального резонансного усиления сигнала. Чувствительность полученных чиповых систем будет увеличена за счет формирования верхнего предадсорбционного слоя на основе пористых пленок оксида графена или хитозана. Субстраты будут изучены на предмет усиления сигнала ряда модельных биоаналитов и лекарственных препаратов с применением набора возбуждающих лазеров. Исследование термической стабильности, фотостабильности и способности к регенерации систем позволит ответить на вопрос о возможности повторного применения субстратов и снижения их себестоимости.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А19-119092490023-0, 06.09.2019

ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИИМИДНЫХ ПЛЕНОК: ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ГРАФЕНА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ОПТО- И МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Данный проект направлен на решение научной проблемы энерго- и ресурсоберегающих методов получения новых материалов и исследование возможности их применения для разработки и создания уникальных элементов опто- и микроэлектроники.

Задачей данного проекта является разработка и усовершенствование простого, масштабируемого и промышленно применимого метода формирования пористого графена, пригодного для производства ориентационно-чувствительных фотоэлектрических преобразователей и микросуперконденсаторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119100790143-4, 07.10.2019

УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НИКЕЛЬ-МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Целью проекта является разработка новых композитных материалов для Ni-MH источников тока. Планируется использовать Mg-содержащие интерметаллиды (анод), бинарные алюмоникелевые гидроксиды (катод) и органические гели (электролит). В качестве проводящих добавок предлагается использовать углеродные нанотрубки, нановолокна и графен. Предполагается, что полученные материалы будут обладать высокой удельной емкостью, увеличенным сроком службы, повышенной коррозионной стойкостью и окажутся перспективными для Ni-MH аккумуляторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119062090078-7, 20.06.2019

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРЕДЕЛЬНО СЕГРЕГИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ

Проект направлен на решение фундаментальной задачи в области создания новых мультифункциональных композиционных материалов — проведение экспериментальных исследований и разработка на их основе теоретической модели и базовых научных принципов многомасштабного моделирования электропроводящих свойств полимерных композиционных материалов с сильно выраженным неравномерным распределением нанодисперсных частиц различных размеров и формы в объеме композита (так называемая сегрегированная структура).

Проект предполагает проведение исследований, позволяющих описать и в дальнейшем предсказывать изменение электропроводящих свойств композитов с сегрегированной структурой из наноразмерного наполнителя в зависимости от вида и величины деформации материала.

В ходе проекта будут получены наполненные электропроводящими высокодисперсными частицами различного типа (многостенные и одностенные углеродные нанотрубки, графен и электропроводящий технически углерод) полимерные композиты с сегрегацией наполнителя разной степени, в которых в качестве полимерной матрицы планируется использовать сверхвысокомолекулярный полиэтилен, реакторный порошок которого может быть переработан в электропроводящий композиционный материал с сегрегированной структурой наполнителя как твердофазно (ниже температуры плавления полиэтилена),

так и прессованием из расплава. Образцы композитов будут исследованы широким набором физических методов. Результаты экспериментальных исследований будут заложены в основу численного многомасштабного моделирования.

По результатам этого комплексного исследования будет разработана теоретическая модель, связывающая электрофизические характеристики материала с типом наполнителя, его содержанием в объеме композита, а также степенью его сегрегации. Также по результатам проекта будет построена модель, описывающая изменение электропроводности материала при его деформации, учитывающая особенности пространственного распределения электропроводящих частиц наполнителя в полимерной матрице при том или ином способе получения композита, форму частиц наполнителя и их количество, и другие параметры, характеризующие структуру композита.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СКОЛКОВСКИЙ ИНСТИТУТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

№ АААА-А20-120032090051-9, 10.03.2020

НАНОСТРУКТУРЫ С ДИРАКОВСКИМ ЗАКОНОМ ДИСПЕРСИИ ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ И ДЕТЕКТОРОВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Проект направлен на создание физических основ генерации и детектирования терагерцового излучения в структурах на основе графена и в структурах на основе квантовых ям HgTe/CdHgTe с дираковским законом дисперсии.

Научная новизна проекта состоит в использовании гетероструктур HgTe/CdHgTe с квантовыми ямами и графена для генерации и детектирования терагерцового излучения.

В результате выполнения проекта предполагается нахождение оптимальных конструкций структур на основе графена и структур с КЯ HgTe/CdHgTe для создания лазеров и детекторов терагерцового излучения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А20-120121690078-1, 15.12.2020

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ 2D СИСТЕМЫ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЕМБРАН

Цель: разработка гибридных систем, обладающих функциями, присущими биологическим мембранам, является одним из приоритетных направлений развития современной науки. Понимание механизмов функций живых мембран, таких как адаптация к условиям окружающей среды, самозалечивание после повреждения или заражения, а также обучение, с возможностью дальнейшего программирования, даст возможность исследователям перенести все эти особенности на синтетических объекты.

В данном проекте будут разработаны молекулярно организованные системы на основе динамических макромолекул — полиэлектролитов (ПЭ) — и двумерных (2D) материалов, таких как графен, оксид графена и другие 2D кристаллы. 2D-материалы характеризуются огромным разнообразием свойств: от хорошей проводимости до изоляции, от оптической активности до оптической прозрачности, от гидрофильности до гидрофобности. Однако все они представляют собой только один атом (элементарная ячейка), что обуславливает их чрезвычайную гибкость и легко изменяемую диэлектрическую проницаемость по отношению к молекулам и ионам. К макромолекулам, чувствительным к внешним воздействиям, можно отнести природные и синтетические полиэлектролиты - макроцепи, содержащие заряженные группы. Электростатически связанные, положительно и отрицательно заряженные полиэлектролиты образуют динамические сети, которые могут обратимо переключаться, формируя то пористую, то плотную структуру, изменять гидрофобность своей поверхности на гидрофильность. Кроме того, использование полиэлектролитов позволяет контролировать процессы набухания гелевой матрицы с последующим высвобождением из ее коллапсированной полимерной сетки ионов и небольших молекул, например воды и др. Такой исключительный фазовый переход может быть достигнут в одной полимерной молекуле или в одной паре молекул с нанометровой точностью.

Таким образом, в рамках данного проекта будут получены уникальные по своим свойствам мембраны, способные незамедлительно реагировать на внешние воздействия.

К настоящему времени выбрано три приложения в разных областях, которые продемонстрируют широкую применимость этих материалов: 1) Фильтрация воды и ионная экстракция; 2) Искусственная кожа и «умные» повязки; 3) Новые электронные резисторы для адаптивной электронной обработки.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А20-120011090057-6, 10.01.2020

РФФИ-20-52-54003 ВЬЕТ_А «ФОРМИРОВАНИЕ, ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ И РАЗРАБОТКА ПРИМЕНЕНИЙ ГИБРИДНЫХ ПЛЕНОК ИЗ ГРАФЕНА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ДОПИРОВАННЫХ ХЛОРИДОМ МЕДИ»

В рамках данного проекта поставлена задача использования уникальных свойств легированных одностенных углеродных нанотрубок, графена и их гибридов в реальных устройствах: создание прозрачных проводящих электродов в GaN светодиодах, использование которых позволит отказаться от вредных для здоровья ртутных ламп; создание компактных электрохимических газовых сенсоров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А20-120011790118-7, 15.01.2020

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ 3D ВИЗУАЛИЗАЦИИ АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ НАНОРАЗМЕРНЫХ И ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ ГОЛОГРАФИИ С РАЗРЕШЕНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ И ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ С УГЛОВЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы, связанной с разработкой и развитием нового метода фотоэлектронной дифракции и голографии с разрешением химических состояний элементов для

установления и 3D-визуализации атомной структуры поверхности твердых тел на глубину до 10 нанометров. Предлагается развитие фотоэлектронной голографии (ФГ), в частности, спин-поляризованной ФГ и исследования эффектов циркулярного дихроизма в ФГ. Исследования будут проводиться на 2D-системах: пленках графена, напыленных на квазидвумерных слоистых кристаллах халькогенидов висмута, включая адсорбционные и эпитаксиальные слои на поверхности. В рамках проекта планируется совместное решение задач как в области химического синтеза, так и в области физики поверхности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ ИМЕНИ М.Н. МИХЕЕВА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120091590002-3, 14.09.2020

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ТОНКИХ ПЛЕНОК ХАЛЬКОГЕНИДОВ ИНДИЯ И ГАЛЛИЯ

Ключевым направлением в области полупроводниковых технологий являются поиск и синтез новых функциональных материалов. Интенсивные исследования в данной области вызваны как последовательной миниатюризацией электронных устройств, так и сдвигом парадигмы развития отрасли в сторону зеленых технологий. Естественным пределом уменьшения толщины материала является элементарный атомный слой. Ряд материалов, называемых вандерваальсовыми кристаллами, в которых атомы внутри слоя связаны ковалентной связью, а слои связаны между собой относительно слабыми силами Ван-дер-Ваальса, позволяет легко изолировать либо синтезировать такие элементарные слои. При этом эти слои обладают отличными от случая объёмных материалов свойствами и открывают доступ к наблюдению ряда квантовых явлений. К таким материалам относятся халькогениды галлия и индия (InSe, InTe, GaSe, GaTe), которые являются объектами пристальных междисциплинарных исследований ввиду ряда уникальных свойств. Так, при уменьшении толщины до нескольких элементарных слоев валентная зона селенидов индия и галлия меняет свою форму с параболической на форму «мексиканской шляпы». Это приводит к появлению сингулярности Ван Хова в плотности состояний, что наряду с рассчитанной низкой теплопроводностью элементарных слоев может значительно улучшить термоэлектрические свойств данных материалов. Кроме того, от толщины пленки халькогенида зависит величина запрещенной зоны, что делает возможным изготовление из данных материалов фотодиодов в широком спектральном диапазоне. Также, халькогениды индия/галлия выглядят перспективными в качестве фотокатализаторов при расщеплении воды и в качестве сегнетоэлектриков.

Данный проект, направлен на решение задачи синтеза халькогенидов индия/галлия на монокристаллических подложках кремния и графене. Другой задачей проекта является изучение электронной структуры осажденных пленок в зависимости от их толщины.

Полученные знания помогут при проектировании и создании полупроводниковых приборов на основе данных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120063090039-1, 23.06.2020

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО ТРАНСПОРТА В ДВУМЕРНЫХ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ МЕТАЛЛ-ГЕКСАМЕРКАПТОБЕНЗОЛ И ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВСКИХ ГЕТЕРО-СТРУКТУРАХ С ГРАФЕНОМ НА ИХ ОСНОВЕ

Экспериментальные демонстрации свойств сначала углеродных нанотрубок, а затем и графена, положили начало новому разделу физики конденсированного состояния — физике низкоразмерных материалов. Двумерные материалы и гетероструктуры на их основе представляют из себя перспективную замену существующих полупроводников, лежащих в основе микро- и нано-устройств таких как полевые транзисторы, оптические сенсоры, диоды и многое другое. Также появилась новая ветвь - двумерные слоистые комплексные органические структуры на основе координации модифицированных молекул бензола ионами металлов. Данные металлорганические объекты выращиваются на границе раздела сред жидкость-жидкость и жидкость-газ, в связи с чем могут быть без дополнительных процедур осаждены на любую выбранную подложку. К тому же предсказанные в них свойства, такие как низкая теплопроводность, зарядовая подвижность, высокая стойкость к атмосферному загрязнению положительно их выделяют на фоне ранее описанных неорганических аналогов. Отдельно стоит отметить изучение структур металл – гексамеркаптобензол (М-ГМБ). Были предсказаны и экспериментально подтверждены сверхпроводящие свойства комплекса Cu-ГМБ, продемонстрированы высокие значения зарядовой подвижности для Ag-ВНТ, предсказан первый в мире органический топологический изолятор на базе Ni/Au-ГМБ.

В диссертационном проекте предлагается развитие научных основ получения семейства подобных материалов, а также слоистых композиций на основе 2D структур (например, графен\М-ГМБ), детальное изучение их свойств.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СКОЛКОВСКИЙ ИНСТИТУТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

№ АААА-А20-120110990073-7, 09.11.2020

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ И СОЗДАНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННЫХ, ОПТО- И АКУСТОЭЛЕКТРОННЫХ НАНОПРИБОРОВ НА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ

Целью предлагаемого проекта является исследования принципов формирования 1D и 2D-кристаллов, разработка прототипов электронных, опто- и акустоэлектронных приборов на их основе. В рамках проекта будут решаться задачи, относящиеся к различным направлениям физического материаловедения, но, вместе с тем, ведущие к единой цели. Первой и основной задачей является исследование принципов формирования 1D и 2D-материалов различными методами и на различных подложках.

В рамках этой задачи необходимо будет проводить исследования формирования двумерных структур, примером которой является графен. Для известных материалов (графен, оксид графена) будут проводиться исследования, направленные на изучение принципов формирования покрытий из данных материалов на принципиально новых подложках. В отличие от уже отработанной технологии

получения графена на металлической фольге, данный проект предполагает разработку методов формирования покрытий 2D материалов на полупроводниковых или пьезоэлектрических подложках. Также будет рассмотрена проблема формирования покрытий двумерных материалов с заранее заданной топологией. Все это требует отдельного изучения свойств подложек, на которых планируется проводить синтез, поиск оптимальных срезов, катализаторов, а также методов формирования топологии для последующего синтеза покрытия. При выполнении работ по этому направлению проекта будут использоваться установки MegaScience, расположенные как на территории Российской Федерации, так и за рубежом.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120102190062-4, 07.10.2020

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НАНОСТРУКТУРЫ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В рамках реализации проекта был освоен синтез графеновых материалов различными методами. Наиболее интересные результаты были получены при синтезе новых наноструктур – графеновых нанолент (GNR).

Разработан метод, который основан на исключительной растворимости графитовых материалов в хлорсульфокислотах и оригинальном подходе, включающем самосборку на границе раздела фаз, с помощью которого можно рутинно получать однородные пленки, которые являются одинарными GNR (толщиной ~ 2 нм). Эти пленки могут быть помещены на различные подложки, включая Si/SiO_2 и использованы для массового изготовления устройств на основе GNR. Также, в рамках работ, на подложках Cu (111) с помощью поверхностной обработки 6,11-дибром-1,2,3,4-этифенилтрифенилена ($C_{42}Br_2H_{26}$) и термического циклодегидрирования полученного полимера синтезировали атомно-точные наноленты графена (GNR). При этом показано, что синтез графеновых нанолент на данной подложке может осуществляться при более низких температурах, чем на Au (111).

В качестве другого 2D-материала для создания нанокомпозитов были выбраны двуслойные и трехслойные кристаллы MoS_2, которые были получены методом химического осаждения из газовой фазы, при этом было показана возможность получения большого количества однородных по морфологии структур с хорошими электрическими характеристиками. Кроме того, были созданы прототипы электронных устройств на основе гетероструктур графена, а также исследованы их свойства.

В рамках данных работ было осуществлено низкотемпературное термическое восстановление оксида графена в ходе, которого с использованием многоэлектродного чипа, состоящего из подложки Si/SiO_2 с платиновыми электродами были проведены структурные, термические и электрические исследования пленок GO/rGO in situ.

Полученные результаты являются важными для управления характеристиками электронных устройств на основе гетероструктур графена, которые перспективны в микроэлектронике, а также энергоэффективных приложениях, включая фотовольтику.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120011790033-3, 09.01.2020

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЭПОКСИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Целью проекта является разработка научно-технологических основ модифицирования эпоксидных нанокомпозитов, обладающих улучшенными физико-химическими (теплостойкость, термостойкость и пониженная горючесть) и механическими свойствами. В качестве армирующего материала будут использованы: синтезированные в ходе выполнения проекта гидразон флуоренона-9, многослойный оксид графена и вискеры полититанатов калия, а также наноразмерный гексагональный нитрид бора. В качестве полимерной матрицы выбрана эпоксидная смола марки ЭД-20, пластифицированная трихлорэтилфосфатом/трихлорпропилфосфатом, которые содержат в своем составе ингибиторы горения (фосфор и хлор), способные структурировать эпоксидный полимер при воздействии повышенных температур, обеспечивая повышение выхода карбонизованных структур, которые в свою очередь, будут являться физическим барьером для взаимодиффузии окислителя и горючих газов в зону горения, кроме того, хлор, попадая в газовую фазу при горении, будет разбавлять горючие газы, тем самым препятствуя достижению их предельной концентрации, такие превращения в конденсированной и газовой фазах обеспечат создание пожаробезопасных эпоксидных композитов.

Упрочнение полимеров с помощью нанонаполнителей (оксид графена, гидразона флуоренона-9, гексагонального нитрида бора, вискеров полититанатов калия), в ряде случаев может привести к некоторому упрочнению, однако в большинстве случаев эффект упрочнения невысок, что объясняется склонностью наноматериалов к агрегации и невысокой адгезионной способностью к полимерной матрице. Для уменьшения склонности к агрегации и повышении адгезионной способности наноматериалов необходимо их функционализировать и разработать эффективные способы физической модификации композитов, обеспечивающие эффективное адгезионное взаимодействие на границе полимерная матрица/наноразмерный наполнитель. Одним из перспективных методов функционализации является обработка поверхности наполнителей соединениями, обеспечивающими химическое взаимодействие между наполнителем и полимерной матрицей и снижающими полидисперсность наполнителя, что обеспечит повышение физико-механических свойств эпоксидных композитов.

В данном проекте в качестве таких соединений будут использованы гамма-аминопропилтриэтоксисилан и аминоуксусная кислота, которые содержит в своем составе аминогруппы, способные взаимодействовать с эпоксидными группами олигомера, а также силанольную и карбоксильную группы, которые обеспечат взаимодействие с нанонаполнителями. Для равномерного распределения наполнителя в полимерной матрице планируется применять обработку композиций ультразвуком (при 22 кГц в течение 60 минут). Кроме того, в данном проекте предлагается приме-

нение энергии сверхвысокочастотных (СВЧ) электромагнитных колебаний, которые обеспечат повышение подвижности структурных элементов полимера и будут способствовать формированию более монолитной, бездефектной структуры композита.

В результате физико-химической модификации эпоксидных композиций удастся значительно повысить прочностные характеристики эпоксидных композитов. Будет исследовано влияние типа добавки и процентного соотношения армирующих добавок на прочность композитов на разрыв, изгиб, сжатие, тепло- и термостойкость. Будет доказана эффективность СВЧ модификации эпоксидных композитов и выбраны оптимальные ее параметры, обеспечивающие максимальный эффект упрочнения эпоксидных композитов. Будет доказано влияние СВЧ-модификации на процессы структурообразования и структуру эпоксидного композита. Ожидается, что под воздействием СВЧ повысится подвижности структурных элементов полимера, сформируется более монолитная, бездефектная структура композита. СВЧ обработка композиций должна усилить функционализацию нанонаполнителя и обеспечить более эффективное взаимодействие на границе полимерная матрица/нанонаполнитель.

Разрабатываемые подходы по улучшению физико-механических свойств могут использоваться в совокупности с современными способами и методами улучшения физико-механических свойств композиционных материалов, которые могут быть востребованы в различных отраслях промышленности. Кроме того, будут накоплены фундаментальные знания в области влияния природы, морфологии поверхности частиц наполнителя, организации химического взаимодействия между компонентами полимерного состава на процессы структурообразования, структуру, физико-химические, теплофизические и механические свойства эпоксидных композитов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ АААА-А20-120102090065-6, 02.10.2020

НОВЫЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ДНК-АНАЛИТ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОПОЛИМЕРИЗОВАННОГО НЕЙТРАЛЬНОГО КРАСНОГО

Проект направлен на изучение условий получения гибридных покрытий на основе поли (нейтрального красного) с включением синтетических и биохимических рецепторов для получения высокочувствительных и селективных сенсорных устройств.

В рамках проекта будут изучены условия полимеризации и электрохимические характеристики образующихся продуктов, содержащих наноразмерные углеродные материалы, рецепторы на основе ДНК и макроциклические лиганды, сочетающие функции медиатора электронного переноса и селективного сорбента для аккумулирования потенциального анализа. В качестве рабочего метода будет использована постояннотоковая вольтамперометрия, преимущественно в циклическом режиме сканирования потенциала. Характеристики покрытия будут получены с использованием спектроскопии электрохимического импеданса и электрохимического варианта пьезокварцевого микровзвешивания. В состав гибридного покрытия предполагается вводить дипсерсию углеродной черни и восстановленного оксида графена, в качестве супрамолекулярного компонента — функционализированные производные пиллараренa.

Ожидается, что варьирование состава и условий получения гибридного покрытия позволит направленно регулировать его редок-свойства, а также оптимизировать отклик на специфические взаимодействия ДНК с низкомолекулярными аналитами — антрациклинами, антиоксидантами, прекурсорами активных форм кислорода и др. Разработанные биосенсоры будут апробированы на образцах биологических жидкостей и пищевых продуктов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120082790043-2, 19.08.2020

ИОННОЕ ОБЛУЧЕНИЕ КАК МЕТОД МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

На данный момент существует достаточно большое количество способов, в том числе коммерческих, синтеза углеродных наноматериалов (графена, фуллеренов, многостенных и одностенных углеродных нанотрубок (УНТ)), которые являются уникальными материалами по своим физическим характеристикам. При этом зачастую применение функциональных наноструктур и специфической морфологии поверхности позволяет существенно повысить их эффективность. Синтезировать нанотрубки с определенным набором физических характеристик довольно сложно, чаще всего используют дополнительные методики функционализации, зачастую имеющие побочные характеристики.

Одним из методов, который позволяет модифицировать строение уже синтезированных углеродных наноструктур и модифицировать их физические свойства, является ионное облучение. Ионное облучение влияет на структуру УНТ следующим образом: создаются точечные и протяженные дефекты, а также происходит ионная имплантация в меж- и внутриструктурное пространство.

Целью данного проекта является модификация углеродных наноматериалов с помощью ионной бомбардировки и изучение воздействия данной модификации на физические свойства, а также получение прототипов устройств, связанных с этими свойствами для повышения эффективности их применения в сенсорике, оптике, энергетике и электронике.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА», НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ Д.В.СКОБЕЛЬЦЫНА

№ АААА-А20-120090490108-6, 31.08.2020

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МАРШРУТОВ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА ГИДРАТИРОВАННЫХ ОКСИДОВ M_XA_YBO_Z [M=NA,ZN; A, B= CO(II,III), NI(II,III), FE(II,III), MN(III,IV), CU(II) И ДР.] И ИХ НАНОКОМПОЗИТОВ С ГРАФЕНОМ КАК ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ NA И ZN-ИОННЫХ ГИБРИДНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ-СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Одной из актуальных проблем современной химии твердого тела, является создание новых высокоэффективных электродных материалов для устройств хранения энергии. Это объясняет актуальность разработки новых маршрутов и методов синтеза электродных материалов с улучшенными электрохимическими характеристиками, недорогих и экологически безопасных в производстве и утилизации, а возможность создания таких методов в значительной мере определяется решением научных проблем химии твердого тела.

Научная новизна проекта заключается в использовании оригинальных методик и маршрутов послойного синтеза, в частности методики ионного наслаивания (ИН), которую предполагается использовать для создания новых электродных материалов Na и Zn-ионных гибридных аккумуляторов-суперконденсаторов на основе гидратированных оксидов M_xA_yBO_z [M = Na, Zn; A, B = Co(II,III), Ni(II,III) Fe(II,III), Mn(III,IV), Cu(II) и др.] и их нанокомпозитов с графеном.

Предлагаемая методика основана на использовании окислительно-восстановительных реакций с участием широкого круга окислителей (K_2S_20_8, NaClO и др.) в слое адсорбированных на поверхности ионов, а также проведения обменных реакций и использовании водной суспензии графена. Метод ИН позволит получить широкий спектр новых неорганических наноматериалов, сформированных сверхтонкими нанокристаллами (толщиной 1-10 нм) на основе гидратированных оксидов переходных металлов. Также данный метод позволит получить нанокомпозиты включающие нанокристаллы оксидов переходных металлов и графен, применение которых в составе электродов позволит улучшить диффузию ионов, адаптируемость к изменению объема неорганических частиц электродного материала, взаимодействующих в ходе циклов заряда/разряда с ионами металлов Na^+ или Zn^{2+}, а также увеличить электронную проводимость и площадь поверхности материала, что в свою очередь, значительно повысит стабильность электродного материала и улучшит емкостные характеристики гибридной батареи.

Возможность прецизионно задавать состав и морфологию получаемых соединений позволят оптимизировать выбор условий синтеза и разработать эффективные электродные материалы с улучшенными электрохимическими свойствами, а также изготовить высокоэффективные лабораторные прототипы гибридных аккумуляторов-суперконденсаторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120050990003-3, 07.05.2020

СОЗДАНИЕ НОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ГЕТЕРОСТРУКТУР, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПОВЫШЕННЫМ РЕСУРСОМ РАБОТЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы, связанной с разработкой теоретических основ создания многофункциональных полимерных материалов, обеспечивающих высокую механическую прочность и износостойкость, надежность и долговечность узлов трения, высокую герметичность уплотнительных соединений техники, эксплуатируемой в условиях Арктики. Новые материалы будут разработаны на основе промышленно выпускаемых полимеров и каучуков, таких как ПТФЭ, СВМПЭ, БНК, СКПО и др.

Одним из этапов проекта является разработка технологии модифицирования поверхностей частиц наполнителей, позволяющей регулировать интенсивность межфазных взаимодействий на границе раздела фаз полимер-наполнитель, а также технологии совмещения модифицированных наполнителей с полимерными матрицами. Другим перспективным направлением проекта является разработка гибких светодиодов, с люминофорами на основе углеродных квантовых точек и создание солнечных элементов на основе вертикальных ван-дер-Ваальсовых гетероструктур на основе двухмерных пленок дихалькогенидов переходных металлов и графена. В перспективе такие гетероструктуры открывают возможность создания атомарно-тонких и прозрачных солнечных панелей. Новым направлением является разработка электронного текстиля на основе оксида графена, позволяющего получать текстильные материалы с проводящими, диэлектрическими и полупроводниковыми свойствами, которые необходимы для обеспечения жизнедеятельности человека в Арктике.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.АММОСОВА»

№ АААА-А20-120060190100-6, 21.05.2020

ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ «НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПЕТРА ВЕЛИКОГО: МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СИНТЕЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ «МЕТАЛЛ-ГРАФЕН» И «КЕРАМИКА-ГРАФЕН» - РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ МЕТОДИК СИНТЕЗА КОМПОЗИТОВ «МЕТАЛЛ-ГРАФЕН»

Целью данного этапа проекта является разработка лабораторных методик синтеза композитов «металл-графен». Разработанные методики производства пленочных и объемных композитов, основанные на основе методов электрохимического осаждения и порошковой металлургии, обеспечат возможность использования уникальных прочностных свойств графена для создания нового класса

композитных материалов с улучшенными механическими характеристиками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

№ АААА-А20-120123090098-9, 26.12.2020

ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ «НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПЕТРА ВЕЛИКОГО: МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СИНТЕЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ «МЕТАЛЛ-ГРАФЕН» И «КЕРАМИКА-ГРАФЕН» (ЧАСТЬ 2)

В рамках НИР будут выполнены следующие задачи: разработка методик моделирования механических свойств и синтеза композитов «керамика – графен»; разработка методик моделирования пластичности и трещиностойкости и оптимизация технологий синтеза композитов «металл – графен»: в части методики моделирования пластичности; разработка методик моделирования пластичности и трещиностойкости и оптимизация технологий синтеза композитов «металл – графен».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

№ АААА-А20-120121690072-9, 15.12.2020

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ФОТОНИКЕ И МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Цель проекта: разработка, получение и исследование перспективных функциональных материалов для оптоэлектроники и электроники.

Основные задачи, решаемые в ходе НИР: 1) разработка перспективных функциональных материалов, включая полупроводниковые, композитные, наноструктурированные, керамические и металлические материалы; 2) получение новых материалов, включая нитевидные нанокристаллы на основе соединений A3B5, наночастицы металлов и полупроводников, гетероструктуры и сверхрешетки на подложках GaAs и InP, радиационностойкий SiC, графен; 3) экспериментальное исследование физических и химических свойств, обозначенных выше функциональных материалов и гетероструктур на их основе; 4) теоретический анализ функциональных материалов и оптоэлектронных устройств на их основе; 5) разработка и исследование оптоэлектронных устройств; 6) изучение влияния функциональных материалов на живые организмы.

Основным результатом НИР является получение новых типов функциональных материалов для оптоэлектроники и электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ 121030100036-5, 17.02.2021

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТОВ AL_2O_{24}/ ГРАФЕН С УЛУЧШЕННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Настоящий проект направлен на получение новых нанокомпозитов Al_2O_{24}/графен с улучшенными механическими свойствами на основе разработки и анализа теоретических моделей процессов деформации и разрушения в таких нанокомпозитах.

В рамках проекта планируется разработать теоретические модели деформации и разрушения, рассчитать оптимальные диапазоны параметров структуры композитов, в которых они могут проявлять высокую прочность в сочетании с хорошей пластичностью и вязкостью разрушения, чтобы синтезировать такие нанокомпозиты и экспериментально исследовать их структуру и свойства.

В рамках экспериментальной части проекта будут синтезированы композиты Al_2O_{24}/графен, изучены их микроструктурные характеристики и механические свойства, а также влияние параметров обработки на микроструктуру и механические свойства композитов. Будут определены оптимальные условия для синтеза композитов Al_2O_{24}/графен. В рамках теоретической части проекта планируется разработать теоретические модели, описывающие деформацию и разрушение композитов Al_2O_{24}/графен. Будет рассмотрено влияние графеновых включений на механические свойства таких композитов, исследовано влияние различных механизмов упрочнения и трещиностойкости и рассчитаны оптимальные структурные параметры композитов, при которых они могут проявлять высокую прочность в сочетании с хорошей пластичностью. Ожидается, что результаты моделей будут использованы как для объяснения существующих экспериментальных данных, так и для оптимизации структуры синтезированных композитов Al_2O_{24}/графен.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121031600158-6, 09.03.2021

НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ДИСУЛЬФИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С ГРАФЕНОМ ДЛЯ NA-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ: ДИЗАЙН И ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Двумерные (2D) материалы, такие как графен и слоистые дисульфиды переходных металлов (ДПМ), обладают высокой удельной поверхностью и способны к интеркаляции ионами щелочных металлов. Для низкоразмерных 2D структур, состоящих из одного или нескольких монослоев, взаимодействие с щелочными металлами приводит к еще большей эффективной емкости. В этом случае значительную роль начинает играть реальная структура поверхности, наличие вакансионных и топологических дефектов, встраивание в двухмерную структуру иных элементов с электронно-донорными или электронно-акцепторными свойствами. Слоистых ДПМ материалов довольно много, в настоящем проекте рассматриваются три из них MoS_2, WS_2, VS_2.

Целью проекта является разработка новых нанокомпозитных электродных материалов из дисульфидов переходных металлов и графена для создания Na-ионных аккумуляторов высокой емкости и исследование электронных взаимодействий ДПМ с графеном и с ионами натрия. С

использованием современных методов рентгеновской и рентгеноэлектронной спектроскопии, ЯМР спектроскопии планируется изучить процесс интеркаляции натрия в композитные наноматериалы.

На основе полученных результатов будет определено, как размер и морфология ДПМ слоев и чешуек, их дефектность и допирование другими металлами, а также химическая связь с графеновыми слоями будут влиять на взаимодействие с атомами и ионами натрия и на стабильность электродного материала в процессах электрохимической интеркаляции/деинтеркаляции.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121120600275-1, 06.12.2021

СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА И СВЕРХБЫСТРАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ДИНАМИКА В МАГНИТНЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОРАХ

Основная цель настоящего проекта – создание новых материалов и гетероструктур на основе элементов с сильным спин-орбитальным взаимодействием и исследование их атомной, электронной и спиновой структуры с помощью современных экспериментальных методов и теоретических расчетов для разработки перспективных устройств спинтроники. Показано, что для кристаллического топологического изолятора возможно сочетание спин-вентильного и эффекта поля, которое позволит проверить работу структуры ферромагнетик/ТИ в режиме спин-зависимого «транзистора». Методом фотоэмиссии с угловым разрешением исследована возможность использования особенностей спиновой структуры данных систем вблизи уровня Ферми для эффективного формирования спиновых токов с высокой степенью спиновой поляризации. Будут изучены комбинации контактов топологических изоляторов с различными ферромагнитными металлами с высокой эффективностью спиновой инжекции.

Дополнительное внимание будет обращено на исследования гибридных слоистых структур на основе комбинации топологических изоляторов и графена с традиционными полупроводниками, имеющих высокие перспективы использования в спинтронике.

Поставленные в проекте научные задачи и проблемы находятся в русле актуальных проблем современной физики, обусловленных потребностями интенсивного развития современной наноэлектроники и спинтроники, и будут решаться с использованием современных научных тенденций, экспериментальных и теоретических подходов, развиваемых в последнее время во всем мире, что обуславливает научную значимость и перспективность проводимых исследований.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121062900041-2, 24.06.2021

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МИНИАТЮРИЗАЦИИ ГИБКИХ ЭКОЛОГИЧНЫХ АНТЕНН САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ НОВЕЙШИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВИЗАЦИИ

В ходе работы будут разработаны современные методы миниатюризации антенн и произведена оценка применимости данных методов в области разработки гибких экологичных антенн сантиметрового диапазона на основе новейших материалов. Будет разработан дизайн миниатюрной гибкой экологичной (МГЭ) антенны. Разработан прототип ЭМГ антенны сантиметрового диапазона на базе новейших материалов с низкой удельной массой (графена) и экспериментально измерен ее коэффициент стоячей волны по напряжению. Обосновано применение предложенной антенны для решения задач цифровизации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

№ 121042600327-2, 15.04.2021

ВОДНЫЕ ДИСПЕРСИИ НЕФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА КАК ПРО- И АНТИОКСИДАНТЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Тема проекта связана с синтезом и исследованием про- и антиоксидантных свойств потенциально перспективных нанофармпрепаратов — водных дисперсий углеродных наноматериалов на основе оксида графена — в свободнорадикальных молекулярных моделях генерации биохимически значимых свободных радикалов: супероксидный анион-радикал, пероксид водорода, моноксид азота, липидные радикалы, органические радикалы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ 121121000242-6, 09.12.2021

ФЛИП-ФЛОП САМОСБОРКА МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРИЛЕНА В ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ

Дизайн мультифункциональных материалов относится к одной из наиболее активно развивающихся областей современной науки и является одним из драйверов 4-й промышленной революции. Особое значение имеют функциональные гибридные материалы, в которых за счет интеграции органических и неорганических составляющих удается добиться уникальной комбинации свойств. Наиболее актуальная фундаментальная проблема в этой области состоит в разработке универсальных и эффективных стратегий синтеза, адаптированных для широкого набора структурных блоков и компонентов гибридныхх материалов по аналогии со стратегией молекулярной клик-химии. В Проекте предлагается принципиально новый подход к решению этой проблемы, основанный на управлении структурой и свойствами гибридных материалов путем «флип-флоп» переключения последовательности образования координационных и

ковалентных связей между различными строительными компонентами гибридного материала, растворенными в двухфазной реакционной системе. Флип-флоп стратегия предполагает, что в каждой из фаз между компонентами образуются связи только одного типа. В результате флип-флоп сборки одного и того же стартового набора строительных блоков за счет обращения последовательности синтетических шагов можно формировать несколько различных структурно-морфологических типов гибридных материалов (например, порошковых, слоистых, взаимнопроникающих и пористых связнодисперсных), обладающих различными функциональными характеристиками. Эта особенность флип-флоп сборки открывает возможность для создания компактных и многоцелевых химических «заводов-в-чемодане» с одновременным существенным снижением экологической нагрузки на окружающую среду и повышением эффективности химического производства новых материалов.

Базовая идея Проекта заключается в использовании бифункциональных реакционноспособных ПАВ, в состав которых входят группы, способные к координационным взаимодействиям и образованию ковалентных связей. Такие ПАВ одновременно обеспечивают фазовую совместимость стартовой смеси компонентов и «флип-флоп» переключение структурообразования между фазами, в основе которого лежит взаимосвязь между упаковкой молекул в адсорбционном слое ПАВ и их реакционной способностью. В данном Проекте эта идея будет реализована на примере флип-флоп сборки строительных блоков на основе перилена с различными функциональными заместителями во взаимнопроникающие и связнодисперсные гибридные материалы, объединяющие в своей структуре координационные и сопряженные полимеры с периленовым ядром.

Для повышения механических и электрооптических характеристик системы в качестве дополнительного неорганического компонента-нанофиллера будет использован оксид графена.

С помощью флип-флоп сборки этих компонентов впервые будут получены супергибридные системы – новые мультифункциональные материалы, в которых сочетаются свойства металлоорганического каркаса, двумерных наночастиц оксида графена и ультратонких слоев органического проводящего материала. В проекте выполнены задачи, относящиеся к получению и исследованию дисперсных систем, ультратонких организованных пленок, покрытий и супрамолекулярных ансамблей на межфазных границах из фотохромных, редокс-активных соединений, полимеров и наночастиц для сенсорики, фотоники и электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121090100049-9, 31.08.2021

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕМБРАН СО СМЕШАННОЙ МАТРИЦЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИФЕНИЛЕНОКСИДА И ПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕРВАПОРАЦИИ И НАНОФИЛЬТРАЦИИ

В настоящее время мембранные технологии активно развиваются и широко применяются в различных областях промышленности, а также относятся к процессам устойчивого развития (sustainable processes) и являются альтернативными процессами традиционным методам разделения. При этом применение мембранных технологий, совмещенных с другими процессами, позволяет не только решать технологические задачи, но и предотвращать экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды.

Данный проект направлен на разработку методов модификаций полифениленоксида, полидиметилсилоксана и их блок-сополимера для получения новых высокоэффективных первапорационных и нанофильтрационных мембран с заданными свойствами. Для модификации в проекте будет проведена объёмная (введение оксида графена в матрицу полимера и блок-сополимера) и/или поверхностная (нанесение полиэлектролитов (полистиролсульфонат натрия, полиакриловая кислота, полидиаллилдиметиламмоний хлорид, хитозан, альгинат натрия, полиаллиламин гидрохлорид, и др.) ионным наслаиванием) модификации мембран. Улучшение транспортных свойств ожидается за счет изменения поверхностных свойств и свободного объема в процессе модификации мембран. Транспортные характеристики полученных мембран будут исследованы при разделении промышленно-значимых смесей в процессах нанофильтрации и первапорации. Выбор данных процессов связан с их высокой востребованностью для практического использования и обусловлен специфическим различием в движущей силе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121090100077-2, 31.08.2021

НЕЛИНЕЙНАЯ НАНОФОТОНИКА В РЕЗОНАНСНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель: разработка новой нелинейнооптической платформы, основанной на использовании Ван-дер-Ваальсовых двумерных материалов: дихалькогенидов переходных металлов и графена - интегрированных с резонансными нано-фотонными структурами. Двумерные Ван-дер-Ваальсовы материалы представляют собой новый перспективный класс материалов для разработки следующих поколений опто-электронных, опто-механических, нанофотонных и квантовых устройств. Задачи: – экспериментальное и теоретическое исследование механизмов усиления нелинейно-оптического отклика в двумерных материалах с использованием нескольких подходов; – изучение резонансных нелинейностей как в монослоях, так и в гетероструктурах ДПМ в зависимости от геометрии структур; – изучение усиления нелинейности за счет локальной плотности состояний поля в высокодобротных нанофотонных резонаторах, поддерживающих двойные и тройные резонансы.

Планируемые результаты: – разработанная технология изготовления высокодобротных резонансных нанофотонных структур, интегрированных с моно- и би-слоями дихалькогенидов переходных металлов и графеном; – экспериментально реализованные прототипы гибридных нанофотонных структур на основе двумерных материалов, демонстрирующие сверхвысокие оптические нелинейности 2-го и 3-го порядков при низких мощностях накачки; – теоретические модели, описывающие основные механизмы возникновения и усиления нелинейного отклика

в полученных гибридных структурах с учетом формирования экситон- и трион-поляритонов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А21-121011390054-1, 11.01.2021

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛИРУЕМОГО СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ, НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ХИМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И КАТАЛИЗА

Задачи: – разработка методов синтеза и функционализации наноструктурированных форм углерода для создания катализаторов и композиционных материалов; – разработка научных основ: а) каталитического синтеза УНТ путём создания селективных катализаторов и процессов их синтеза; б) методов функционализации и допирования УНТ; в) методов получения функциональных и конструкционных материалов на основе полимерных, металлических и керамических матриц; г) адсорбентов и катализаторов на основе УНТ. д) Исследование взаимосвязей строения УНТ и получаемых композитов с их физико-химическими свойствами.; – создание научного задела для процессов каталитической переработки углеводородов, в т.ч. галогензамещённых, с целью получения: углеродных нановолокон (УНВ) с контролируемой структурой; функционализированных УНВ с регулируемым содержанием гетероатомов; иерархических и гибридных материалов для модифицирования композитов и адсорбционных приложений; самоорганизующихся металл-углеродных и твёрдокислотных катализаторов на основе УНВ; – разработка методов получения наноструктурированных оксидных систем для создания композиционных материалов и катализаторов переработки углеводородов и синтеза ценных химических продуктов; – разработка методов контролируемого синтеза нанокристаллических оксидов с высокой реакционной способностью; разработка подходов к синтезу «core-shell» структур с наноразмерным оксидным ядром и стабилизирующей углеродной оболочкой; разработка метода темплатного синтеза графена, содержащего гетероатомы; – разработка научных основ приготовления многокомпонентных оксидных катализаторов и керамометаллических наноструктурированных композитов для комплексных процессов переработки лёгких углеводородов путём их углекислотной конверсии, окислительного дегидрирования и реакций превращения синтез-газа в ценные химические продукты; – разработка методов синтеза катализаторов «core-shell» с ядром из высокодисперсных частиц Pt, Pd, Zn, Cu и модифицированной силикатной оболочкой. Расширение круга каталитических реакций за счёт сочетания редокс-свойств металла с кислотными свойствами оболочки; – разработка методов физико-химической характеризации наноструктурированных, функционализированных и композитных материалов и катализаторов; – разработка подхода к исследованию структуры и свойств наноструктурированных материалов методами оптической спектроскопии. Развитие методов тестирования высокоактивных центров поверхности наноразмерных оксидов методом ЭПР с использованием спиновых зондов и установление их роли в катализе; – выявление и теоретическое обоснование особенностей физической и химической адсорбции газов функциональными наноматериалами варьируемого химического состава. Развитие методов исследования адсорбционных свойств и пористой структуры с учётом химической природы поверхности и объёма твёрдой фазы; – развитие методов ЯМР-кристаллографии/спектроскопии в твёрдом теле для задач характеризации наноструктурированных функциональных материалов, композитов и катализаторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА ИМ. Г.К. БОРЕСКОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 121120100267-1, 23.11.2021

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ И МАШИНОСТРОЕНИИ

В работе планируется решить следующие задачи: – анализ способов получения композитов на основе углеродной матрицы и металлического наполнителя посредством деформационно-термической обработки; – изучение физических и механических свойств композитных материалов на основе углеродной матрицы и поиск способов управления свойствами посредством контроля морфологии композита; – поиск углеродных наноматериалов с комплексной архитектурой на основе полиморфов углерода для хранения и транспортировки водорода; – изучение скомканного графена как перспективного материала для водородной энергетики и создания суперконденсаторов; – исследование углеродных материалов и композитов с улучшенными прочностными характеристиками для создания сверхпрочных покрытий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122032900140-4, 29.03.2022

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПОДХОДА ЛАЗЕРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДЛЯ БИОСОВМЕСТИМЫХ/БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ГИБКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Целью проекта является исследование свойств и принципов получения графен-полимерных композитов методом лазерной интеграции для создания элементной базы биодеградируемой гибкой электроники. Аналогичные композиты широко используются для изготовления носимой и биосовместимой электроники, необходимой для создания прорывных технологий персонализированной медицины. В данном проекте предлагается исследовать лазерную обработку слоев функционализированного графена на поверхности полимеров для локального создания проводящих графен-полимерных композитов.

На сегодня основным способом изготовления электронных компонентов является литография. В связи с этим, в проект включен блок по оценке возможности использования литографии для получения гибкой электроники на основе производных графена. Поскольку целью разработки данной элементной базы является мониторирование ряда параметров человеческого организма, дальнейшее развитие тематики требует экспертизы в области биологических, медицинских

и клинических исследований, что возможно на базе Томского национального исследовательского медицинского центра. Таким образом, Томская область является благоприятной зоной для развития прикладной составляющей такого инновационного подхода.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122031400267-6, 24.02.2022

СПИНОВЫЙ ФИЛЬТР НА ОСНОВЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР ОКСИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА КРЕМНИИ

Инжекция спин-поляризованных электронов из металла в Si неэффективна. Предложено использовать для инжекции гетероструктуру на основе ферромагнитного полупроводника EuO. Графеновый монослой, введенный между металлическим инжектором и кремнием, является барьером для образования нежелательных фаз и значительно способствует инжекционному процессу. По аналогии, основной задачей данного проекта будет создание инжекционной системы EuO/графен на кремниевых подложках. Для повышения температуры ферромагнитного перехода будут созданы гетероструктуры, в которых на ультратонкой пленке EuO будет выращен слой ферромагнитного металла гадолиния.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ 122022800487-2, 02.02.2022

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ И ПЛАЗМЫ

В современном научном мире интенсивное внимание ученых привлекают вопросы формирования «магических структур» (молекулярных кластеров) различных элементов, гиперкристаллов на основе кластеров, двумерных и одномерных кристаллов. Наиболее популярным и богатым на различные аллотропные модификации элементом является углерод. Свойства получаемых углеродных наноматериалов и композитов на их основе, зачастую превосходят все возможные аналоги, что и определяет большой интерес к данным материала (фуллерены, углеродные нанотрубки, графен) со стороны научной общественности и промышленного производства. Задачами текущего проекта является исследования процессов формирования наноматериалов в условиях плазмы дугового и тлеющего разряда, рост наноструктур в условиях термического каталитического разложения, построение теоретических моделей формирования кристаллической фазы и моделей, описывающих взаимодействие наночастиц с плазмой газового разряда, моделей, описывающих физические свойства и тепломассообмен двухмерных или квазидвухмерных материалов и композитов на основе наночастиц.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122041200017-8, 11.04.2022

НАНОМАТЕРИАЛЫ И СТРУКТУРЫ ДЛЯ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ И РАДИОФОТОНИКИ: ПОЛУЧЕНИЕ, НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ

Целью научных исследований является развитие методов получения новых материалов для наноэлектроники и радиофотоники, наноструктурирования и создания перспективных устройств электронной компонентной базы. В части развития методов получения новых материалов целями являются изучение различных технологических особенностей процессов синтеза новых материалов, исследование возможностей газофазного синтеза низкоразмерных материалов, магнетронного напыления сегнетоэлектрических тонких пленок, синтеза нанотрубок различного состава, а также графеновых слоев и производных графена (GrO, GrN, GrF). На основе полученных материалов будут создаваться тестовые приборные структуры для исследования их свойств и возможности применения в микро- и наноэлектронике. К таким материалам можно отнести наностержни полупроводников и диэлектриков, композитные материалы на основе углеродных нанотрубок, металл-углеродных и металлогидрид–углеродных наноструктурированных материалов, графена и его производных.

Исследование графеновых и гибридных структур, других структурно родственных материалов (слоистые материалы, способные к расщеплению на отдельные плоскости и может быть топологические изоляторы и др.) и освоение технологий получения макроскопических по площади и объемам образцов с целью их возможного использовании в массовом производстве.

Создание и исследование полупроводниковых гетероструктур на основе квантовых ям, квантовых проволок, квантовых точек. Эти объекты кроме большого фундаментального интереса представляют и значительные возможности практического использования как основа развития элементной базы микро- и наноэлектроники на новых физических принципах и квантовой электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122090200052-7, 31.08.2022

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ ПОРОШКОВ

Целью проекта является создание нового направления в области получения функциональных композиционных материалов на основе углеродных наноструктур: оксида графена и графена. Проект направлен на решение комплексной фундаментальной задачи создания нового класса дисперсно-армированных композиционных материалов с включениями из оксида графена и графена (0,5-15% масс.), обладающих улучшенными функциональными и эксплуатационными характеристиками, в том числе твердостью, пластичностью и коррозионной и износостойкостью. Решение этой задачи принципиально важно сразу для нескольких областей науки: материаловедения, химии, механики. Проект направлен на создание принципиально новой

методики и технологии введения оксида графена в металлические и керамические составы для получения функциональных наноструктурированных композиционных материалов с заданными параметрами на поверхности материалов различной природы методом газотермического напыления. В зависимости от типа металлсодержащего порошка, при добавлении оксида графена и графена возможно получить углеродсодержащие покрытия различных видов: коррозионностойкие, антифрикционные, износостойкие, жаропрочные и т.д. с улучшением эксплуатационных свойств на 15-40%. Введение оксида графена и графена в структуру покрытий планируется осуществлять двумя различными методами: путем механического смешивания металлсодержащих порошков с оксидом графена и графеном и плакированием поверхности металлсодержащих порошков наноразмерными пластинками оксида графена и графена. Принимая во внимание рассчитанные параметры прочности графена, введение оксида графена как армирующего агента, наряду с получением новых требуемых свойств покрытия, должно позволить оставить неизменными характеристики прочности и твердости при уменьшении веса покрытия.

В настоящем проекте будут проведены исследования структуры оксида графена в процессе газотермического напыления, в газовой смеси различного состава при взаимодействии с металлическими и керамическими порошками, а также особенности распределения углеродных пластинок в толщине получаемого покрытия, влияние оксида графена и графена на свойства покрытий. Полученные результаты позволят разработать новую методику и технологию направленного создания наноструктурированных покрытий с заданными параметрами на поверхности материалов различного состава, определить состав и строение, особенности морфологии и физические свойства газотермически восстановленного оксида графена по сравнению с восстановленным оксидом графена при использовании классических химических и термических методов (восстановление боргидридом натрия, гидразином, обработка в сверхкритических условиях, термоудар и другие).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122060900062-2, 08.06.2022

РАЗРАБОТКА И АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ КЛЮЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ GAAS И GAN ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ПРИБОРАХ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ И СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКИ

Основной целью проекта является разработка современной технологии диагностики pHEMT гетероструктур, направленной на оптимизацию параметров и рабочих характеристик последних, а также получение защитных документов на результаты интеллектуальной деятельности и последующая продажа и/или сдача в аренду полученных патентов/свидетельств с целью извлечения прибыли, регулярное заключение НИР и НИОКР.

Несмотря на растущий интерес, поиск и стремление к исследованию и использованию новых полупроводниковых материалов, таких как графен, полупроводниковый алмаз, нитрид бора, оксид цинка или поляризационно-легированные широкозонные полупроводники, наноразмерные гетероструктуры на основе твердых растворов арсенида галлия не теряют своих главенствующих позиций в ряде областей электроники. Одной из таких областей, несомненно, является СВЧ-электроника, где отечественные разработки решают проблему недоступности СВЧ приборов для разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры.

Неуклонное усложнение и совершенствование приборов и входящих в их состав полупроводниковых гетероструктур невозможно без разработки адекватных современных методов контроля формируемых структур. Решение этой задачи позволяет оптимизировать технологические операции при производстве таких структур, повысить характеристики и увеличить процент выхода годных приборов.

Нами впервые обнаружена зависимость глубины утонения верхнего слоя структуры на уровень заполнения квантовой ямы носителями. Данный проект направлен на оптимизацию величины утонения подзатворного слоя для увеличения выходной мощности (используя ECV метод для получения реальных профилей распределения OH_3) и минимизацию шумов pHEMT приборов. Метод электрохимического вольт-фарадного профилирования (ECV) позволяет без трудоемкой подготовки образца к измерениям получать воспроизводимое с точностью вплоть до 1 нм реальное распределение концентрации носителей заряда по глубине структур в широком диапазоне по концентрации (от 1011 до 1021 $см^{-3}$). Однако, в случае pHEMT структур, состоящих из множества слоев различного состава, параметры травления которых сильно отличаются, а также из-за влияния последовательного сопротивления слаболегированных слоев на измерения емкости, выбор параметров для проведения ECV измерений становиться нетривиальным.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ “ЛЭТИ” ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)»

№ 122031700119-5, 15.03.2022

УГЛЕРОДНАЯ ФОТОНИКА

Целью работы является синтез, исследование оптических свойств алмаза, особенно полученного методом газофазного осаждения (CVD), одностенных углеродных нанотрубок и графена, разработка лазерных и иных методов их модификации и обработки, изготовление микро и наноструктур на их основе, использование таких материалов и структур для создания новых элементов фотоники.

Актуальность работы определяется новизной и целой совокупностью уникальных характеристик этих материалов, получаемых методом газофазного синтеза, которые часто называют как «новые углеродные» и промышленное производство и применение которых еще только разворачиваются. Все вместе или по отдельности они обладают рекордной теплопроводностью, радиационной стойкостью, микротвердостью, прочностью на разрыв, и в то же время демонстрируют прозрачность в широком спектральном диапазоне, замечательные нелинейные оптические свойства. Отсюда и их высокий потенциал для создания новых элементов фотоники, лазерной и рентгеновской техники. Например, окон и элементов дифракционной оптики для высокоинтенсивного оптического и рентгеновского излучения,

различных детекторов, модуляторов света, однофотонных эмиттеров для квантовой оптики.

В проекте исследования проводятся по трем взаимосвязанным направлениям.

Во-первых, это газофазный синтез моно, поли и нанокристаллических алмазных пленок и пластин, одностенных углеродных нанотрубок и графена с использованием разработанных плазмохимических реакторов на основе СВЧ и электродугового разрядов, а также термического реактора. Помимо обеспечения экспериментов материалами будут решаться и такие научные задачи как разработка методов высокоскоростного синтеза монокристаллических слоев алмаза оптического качества, в том числе ультрачистых слоев и объемных кристаллов, разработка методов контролируемого легирования кремнием для создания центров окраски Si-вакансия в CVD алмазе, в том числе сверхтонких (100 нм) сплошных нанокристаллических пленок, получение ультрагладких, неразрывных графеновых слоев.

Во-вторых, разрабатываются основы лазерных и зондовых методов создания алмазных и графеновых поверхностных микро и наноструктур, как наиболее перспективных для производства углеродной фотоники. Будут продолжены исследования нескольких механизмов лазерного воздействия: модификация структуры алмаза (графитизация, создание или отжиг центров окраски через его неравновесную фотоионизацию); наноабляция алмаза и графена, позволяющая удалять сверхтонкие слои (от 10^{-4} нм/имп-пульс) при сочетании термохимического и фотолитического воздействия интенсивными короткими лазерными импульсами. В-третьих, будет проводиться разработка физических основ, методов изготовления, исследование структуры и свойств новых и совершенствование известных элементов фотоники на основе новых углеродных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122032900075-9, 21.03.2022

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА, ДЕКОРИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА, ДЛЯ СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И РАДИОНУКЛИДОВ

Проект направлен на создание нанокомпозиционных сорбционных материалов на основе графена и продуктов переработки растительного сырья (карбоксиметилцеллюлоза, хитозан, лигнин), декорированных наночастицами оксидов железа.

На сегодняшний день перспективным методом получения композиционных углеродных структур является процесс ГТК растительного сырья в присутствии структурообразующих компонентов и модифицирующих добавок, что позволяет получить высокоэффективные, и главное, недорогие сорбенты для комплексной очистки водных сред. Предлагаемый подход позволит не только значительно повысить качество водоподготовки, но и эффективно использовать вторичное сырьё для синтеза композиционных сорбционных материалов. Решение проблем качественной очистки воды актуально не только для промышленного или сельскохозяйственного сектора, но и важно с точки зрения улучшения экологической ситуации в целом. Создание новых типов наноструктурированных сорбционных материалов позволит значительно интенсифицировать процессы очистки водных сред, качественно улучшая показатели целевых водных ресурсов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122012700186-6, 26.01.2022

ЛЕГИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ГРАФЕНА И ИХ МОДИФИЦИРОВАНИЕ МЕТОДАМИ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ И ОТЖИГА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРИБОРОВ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Проект направлен на разработку способов управляемого модифицирования пленок графена, включая легирование донорными, акцепторными примесями или атомами переходных элементов, ионное облучение и различные виды отжига – импульсный лазерный или быстрый термический отжиг. Целью является использование модифицированных графеновых слоев для формирования структур оптической и спиновой наноэлектроники.

В качестве базового метода формирования графеновых пленок в проекте будет использовано импульсное лазерное нанесение (ИЛН). Метод заключается в распылении пирографита наносекундными импульсами мощного АИГ: Nd лазера, сфокусированного на мишени, находящейся в вакууме (давление ниже 10-6 Торр), и осаждении продуктов распыления на подложку, которая может быть нагрета до 600ºС. В отличие распространенных методов получения графена – осаждения из газовой фазы и термического разложения SiC – лазерный метод позволяет наносить углеродные слои непосредственно на поверхность полупроводниковых структур без переноса слоя через жидкую или газовую среду.

Получены предварительные результаты по успешному использованию сформированных ИЛН углеродных пленок в качестве проводящего, механически и химически стойкого покрытия на поверхности полупроводника: наблюдалось значительное усиление электролюминесцентного излучения при малых токах накачки (от 0.5 мА) и повышение фоточувствительности в диапазоне 1.5–2.2 эВ вплоть до комнатной температуры измерений для GaAs-структур с квантовой ямой InGaAs.

Для управления проводимостью получаемых методом ИЛН пленок многослойного графена будет использована имплантация ионов примесных атомов (доноров - азота и фосфора; акцептора – бора) с последующим отжигом структур (быстрый термический отжиг в атмосфере инертного газа или импульсный лазерный отжиг). Использование после имплантационных обработок позволит восстановить структурное совершенство пленок и сделать внедренную примесь электрически активной. Полученные модифицированные (ионно-имплантированные и отожженные или легированные элементами переходных элементов) пленки графена будут использованы для разработки графеновых p-n-переходов, приборов оптической и спиновой электроники на основе GaAs с улучшенными характеристиками (светодиоды, фотоприемники и солнечные элементы). Будут изготовлены лабораторные образцы перечисленных приборов.

Ожидается, что использование метода импульсного лазерного нанесения для формирования пленок

многослойного графена позволит разработать новые подходы к созданию приборных структур наноэлектроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

№ 122101900008-0, 27.06.2022

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Объектами исследования являются: – композиционные электрохимические покрытия, модифицированные оксидом графена; – цинковые электрохимические покрытия; – полиакрилонитрильные волокнистые материалы; – биоразлагаемые композиты на основе полисахаридов; – процессы теплообмена в теплотехнологических установках.

Цель проекта: изучение физико-химических закономерностей создания композиционных электрохимических покрытий и полимерных композиционных материалов функционального назначения с прогнозируемым комплексом эксплуатационных свойств, разработка нового высокоэффективного теплотехнического оборудования для химической промышленности. Разработка методологии получения композиционных электрохимических покрытий, модифицированных оксидом графена и электрохимического модифицирования поверхности стальных изделий позволит решить принципиально новые задачи в области защиты стальных изделий от износа и коррозии, химических источников тока, водородной энергетики.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ 122091600053-7, 16.09.2022

НОВЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕКЛАССИЧЕСКИХ (NON-IPR) ФУЛЛЕРЕНОВ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Проект направлен на создание наноструктурированных углеродных материалов на основе неклассических фуллеренов с настраиваемыми электрофизическими характеристиками для приложений органической электроники. Развитие технологий конструирования тонкопленочных электронных устройств на основе органических материалов для энергоемких приложений является актуальной задачей современного общества. Различные углеродные материалы на основе графена, оксида графена, углеродных нанотрубок, фуллеренов стали основой для многих подобных устройств. В данном проекте предполагается разработать методы получения новых углеродных материалов за счет процессов полимеризации неклассических фуллеренов (non-IPR и содержащих семичленные циклы) и исследовать их электрофизические свойства. В основе проекта лежит идея использования «горячих точек» (высокореакционноспособных углерод-углеродных связей сочлененных пентагонов), расположенных в заданных позициях каркаса неклассических фуллеренов и обеспечивающих направленную полимеризацию с образованием двухмерных и трехмерных полимеров предопределенной архитектуры, обладающих принципиально различными электрофизическими характеристиками. На основе созданных материалов будут изготовлены опытные электронные устройства и определены их характеристики.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

№ 122041800040-0, 01.06.2021

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ НОВЫХ ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ (ВКЛЮЧАЯ НАНОРАЗМЕРНЫЕ) ДЛЯ МОРСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ И РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Целью исследований является получение и всестороннее изучение физико-химических свойств новых материалов и покрытий различного функционального назначения (включая наноразмерные). Все работы будут проводиться в рамках следующих разделов: – синтез и комплексное исследование строения и свойств многокомпонентных и многофазных соединений на основе новых форм углерода (графен, фуллерены, нанотрубки, наносвитки, нановолокна и т.п.) и связанных (консолидированных) систем нанографитов с новыми физическими и химическими свойствами, перспективных для формирования функциональных материалов; – теоретическое и экспериментальное исследование взаимосвязи состава и строения новых и полученных ранее соединений с их физико-химическими свойствами (включая электрофизические, оптические, магнитные и т.п.); – направленный синтез, фотоника, молекулярный дизайн и установление закономерностей полифункционального поведения энергопреобразующих соединений и материалов для экологии и медицины.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122030500061-2, 04.03.2022

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА, МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ И ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НАНОТЕХНОЛОГИЯХ, МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ И БИОМЕДИЦИНЕ

Будет проведен синтез и изучены магнитные, структурные и электронные свойства нанокомпозитов на основе графена и оксида графена, модифицированных оксидами железа. Предполагается изучить процесс трансформации ферроцена $Fe(C_5H_5)_2$ при воздействии высокого давления и температуры, и механизм образования нанокомпозитов типа ядро-оболочка. Будут изучены структурные и магнитные превращения в нанокомпозитах типа ядро-оболочка, синтезированных методом одностадийного термического пиролиза. Планируется выполнить синтез и изучить магнитные, структурные и электронные свойства наночастиц ферритов-шпинелей Ni_1-xZnxFe_2O_4 и Mn_1-xZnxFe_2O_4. Будут получены и исследованы ферромагнитные нанопроволоки Ni-Fe в порах полимерных мембран с квази-одномерной на-

магниченностью с целью их возможного применения для гибкой микроэлектроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ» ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И ФОТОНИКА» РОСИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122101300030-7, 29.09.2022

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ТВЕРДЫМ ПОЛИМЕРНЫМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ

Изучены подходы к синтезу и функционализации восстановленного оксида графена, осуществлен синтез наночастиц платины на его поверхности, полученные материалы охарактеризованы комплексом структурных и электрохимических методов. На основе образцов электрокатализаторов, показавших лучшие характеристики, изготовлены и испытаны мембранно-электродные блоки. Показаны преимущества их применения в топливных элементах на основе полимерной электролитической мембраны, разработано программное обеспечение для расчета их вольтамперных и ватт-амперных характеристик.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

№ 122012000449-9, 14.01.2022

ФОРМИРОВАНИЕ ОРИЕНТИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И СВОЙСТВА ВОЛОКОН НА ИХ ОСНОВЕ

Разработка композиционных и гибридных волокон на основе биорезорбируемого природного (хитозан) и синтетических (полилактид, полиимид) полимеров, содержащих в качестве наполнителей органические (нанофибриллы хитина) и неорганические (гидроксиапатит, углеродные нанотрубки, графен) наночастицы различной формы, исследование их структуры, прочностных и деформационных свойств, цитотоксичности, а также кинетики резорбции в натурных экспериментах. Решение задач, которые сформулированы по теме работы, позволит разработать научные основы формирования ориентированной структуры нанокомпозитных волокон на основе хитозана, полилактида, полиимида и других полимеров, содержащих в качестве наполнителей наночастицы различной структуры и формы, выявить влияние химической и надмолекулярной структуры волокон на их прочностные и деформационные характеристики, цитотоксичность, а также на процесс резорбции биосовместимых волокон и композиционных материалов на их основе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122102400003-7, 14.10.2022

ГИБРИДНЫЕ SP3-SP2 УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ РАЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЭЛЕКТРОНИКИ: СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА

Данный проект ставит своей целью создание и исследование новых энергоэффективных материалов на основе избирательно графитизированных алмазных структур для приложений интегральной и силовой электроники.

Программа исследований состоит из трех этапов, каждый из которых фокусируется на одном из трех способов создания гибридных материалов, состоящих из ковалентно-связанных sp3 и sp2-компонентов, и исследовании его строения и свойств. В первый год проекта будет исследован механизм графитизации алмаза при термическом нагревании в вакууме. В течении второго года проекта планируется провести исследование возможности создания sp3-sp2 структур при воздействии на алмаз сфокусированного лазерного излучения. Кроме графитизации поверхности исходных алмазных структур (поликристаллические алмазные пленки и монокристаллы алмаза) также будут изучены процессы, протекающие при нагревании sp3-компонент с нанесенными тонкими слоями металлов. В заключении будет рассмотрена возможность получения гибридного sp2-sp3 углеродного материала при плазменном травлении углеродных нанотрубок (УНТ). Также будут проведены in situ рентгеноспектральные исследования трансформации алмазной поверхности. В результате комплексной диагностики материалов будет получена информация о соотношении sp2 и sp3 компонент на разной глубине, ориентация графеновых слоев, наличие оборванных связей на краях графеновых частиц и на поверхности алмаза в зоне интерфейса. Будут проведены исследования транспортных свойств гибридных материалов в том числе при облучении ультрафиолетовым светом и фотонами рентгеновского излучения. Будут исследованы теплофизические свойства интерфейса между sp3 и sp2-компонентами. Будут исследованы автоэмиссионные характеристики материалов. Для большинства указанных материалов ранее не исследовались теплофизические и электрофизические свойства.

Таким образом, предлагаемый к реализации проект направлен на комплексное решение целого спектра задач, сопряженных с синтезом, исследованием строения и физических свойств новых гибридных углерод-углеродных материалов для различных областей электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122100300046-1, 05.09.2022

ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ХЕМОРЕЗИСТИВНЫХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОВ И БИОАКТИВНЫХ МОЛЕКУЛ

Целью настоящего проекта является разработка подходов к созданию научно-технологии базы для разработки нового поколения мультисенсорных хеморезистивных преобразователей, основанных на гетероструктурах производных графена, сформированными на основе комбинирования графеновых слоев с заданной функционализацией органическими группами (карбонильными, карбоксильными, аминными, др.). Пред-

лагаемый подход позволит формировать слоистые системы с заданной системой p-n переходов, локальных электронных состояний в валентной зоне и величиной запрещенной зоны на основе производных графена при сохранении их химической активности, что обеспечит одновременное повышение чувствительности и селективности хеморезистивных преобразователей. В рамках проекта будут проведены исследования, включающие разработку легко масштабируемых методов получения гетероструктур производных графена, функционализированных кислород-, азот-, серосодержащими группами; изучена их электронная структура и электрофизические свойств в зависимости от состава и архитектуры полученных гетероструктур; изготовлен и протестирован на детектирование газовых аналитов прототип мультисенсорного хеморезистивного преобразователя на основе сформированных гетероструктур. Полученные результаты обеспечат как развитие технологических основ создания передовых сенсорных и диагностических систем, так и расширение фундаментальных представлений об управляемой модификации электронной структуры и электрофизических свойств при сочетании наноуглеродных структур, в частности производных графена, обладающих заданными параметрами функционализации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122030100402-7, 28.02.2022

ЭЛЕКТРИЧЕСКИ И ОПТИЧЕСКИ КОНФИГУРИРУЕМЫЕ СУБ-ТГЦ/ТГЦ МЕТАЛИНЗЫ

В данном проекте предлагается исследовать новые принципы построения ТГц метаповерхностей (металинз) на основе VO_2 и HfO_2, массива металлических антенн, сильно связанных плазмонных наночастиц, прозрачных резистивных нагревателей или/и электродов из графена, которые способны динамически манипулировать волновым фронтом плоской волны в диапазоне 0.1-3 THz, изучить сопутствующие фотоэлектрические процессы в гибридных системах, а также плазмонные и фототермичические эффекты, наведённые плазмонно связанными наночастицами Au в функциональных структурах из VO2.

Предложенные метаповерхности, способные в каждой точке волнового фронта реконфигурировать интенсивность и фазу проходящей/отраженной ТГц волны и адресуемые при помощи проецируемой световой картинки (матрицы световых пикселей) излучения малой интенсивности ближнего ИК или видимого диапазона при одновременном пропускании предпорогового электрического тока – это «новое слово» в динамическом управлении суб-ТГц/ТГц лучами.

Предлагаемые макроскопические (~1 cm^2) массивы суб-10 нм «горячих точек» на основе массивов, сильно связанных плазмонных наночастиц позволят дополнительно кратно понизить порог фотопереключения, что также является уникальным конкурентным преимуществом в умных метаповерхностях подобного класса. Изучение особенностей протекания фотоиндуцированных электронных и тепловых процессов в таких поверхностях и их влияние на ТГц свойства всей системы является центральной (фундаментальной) задачей настоящего исследования. Изучение влияния топологии метаповерхности и плазмонных систем на характеристики гибридной метаповерхности в целом является второй (практически значимой) задачей.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122060700019-8, 05.06.2022

ФОТОДЕТЕКТОРЫ БЛИЖНЕГО И КОРОТКОВОЛНОВОГО ИК-ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ НИТЕВИДНЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ INASP И УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР НА КРЕМНИИ

Основной задачей настоящего проекта является развитие нового технологического подхода к созданию быстродействующих и высокоэффективных фотодетекторов ближнего и коротковолнового ИК-диапазонов (0,75-3,5 мкм) с заданной спектральной чувствительностью на основе гетероструктурированных нитевидных нанокристаллов (ННК) соединений In(As,P) и углеродных наноструктур на кремнии. Особый интерес для ИК-оптоэлектроники представляет исследование гибридных структур на основе эпитаксиальных массивов гетероструктурированных ННК тв. р-ров InAsP на подложках Si и углеродных наноструктур: углеродных нанотрубок (УНТ) и графена. Выбор узкозонного (0.35 эВ) полупроводникового материала InAs обусловлен относительно высокой подвижностью носителей заряда 10,000 $см^2$/В с и большим временем жизни неосновных носителей, что позволяет использовать InAs и тв. р-р InAsP для создания фотоприемников и светоизлучающих устройств, работающих в коротковолновом ИК-диапазоне (1-3.5 мкм).

Одной из целей Проекта является изучение процессов селективной псевдо-ВдВ эпитаксии гетероструктурированных ННК на основе полупроводниковых тв. р-ров In(As,P) на поверхности графен/Si и комплексное исследование структурных, оптических и электрофизических свойств синтезированных гетероструктур. Будут развиты соответствующие пост ростовые технологии и изготовлены приборные структуры фотодетекторов ННК In(As,P)графен/SiOx/Si и In(As,P)/Si ; проведено исследование их эффективности и спектральной чувствительности. Можно ожидать, что гибридные псевдо-Ван-дер-Ваальсовские гетероструктуры, совмещающие в себе прямозонные полупроводники InAsP, углеродные наноструктуры и наиболее широко применяемый материал ИК-оптики - кремний, могут существенно расширить функциональные возможности существующих технологий, в том числе, служить основой для создания мультиспектральных ИК-радиометров и тепловизоров, а улучшение шумовых характеристики и быстродействия востребовано в современных системах телекоммуникаций.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

№ 122012700376-1, 27.01.2022

ДИАМАНОПОДОБНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ МУАРОВЫХ БИСЛОЕВ НИТРИДА БОРА И ГРАФЕНА

Фундаментальной научной проблемой, на решение которой направлен проект-предсказание нового класса полупроводниковых наноматериалов на основе муаровых бислоев нитрида бора/нитрид бора и нитрид бора/графен с углами поворота слоев друг относительно друга около 30 градусов. Данный класс включает двумерные кристаллы и квазикристаллы на их основе. Задачей проекта является

исследование их атомной геометрии, энергетической стабильности, электронных и механических свойств с помощью современных теоретических методов. Научная значимость результатов заключается в предсказании и обосновании существования нового класса наноматериалов-диаманоподобных структур, формируемых из гексагональных слоев многоэлементного состава. Прикладная значимость результатов заключается в возможности использования этих материалов нанометровой толщины в качестве полупроводников в оптических, механических, опто-электроных элементах наноустройств.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122080300174-6, 22.04.2022

ПЕРВОПРИНЦИПНЫЙ ДИЗАЙН ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ ДВУМЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВ НАНО- И ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ, ВКЛЮЧАЯ ГИБКУЮ ЭЛЕКТРОНИКУ

Прогресс науки и техники в значительной степени определяется использованием новых высокоэффективных материалов. Открытие графена привело к бурному развитию физики, химии и технологии двумерных (2D) материалов, прежде всего 2D полупроводников. Подавляющее большинство двумерных полупроводников представляют собой слоистые (двумерные) твердые тела, в которых нанослои, состоящие из нескольких атомных плоскостей с ковалентными связями между атомами, удерживаются между собой за счет слабых ван-дер-Ваальсовых сил взаимодействия между атомами халькогена (S, Se, Te), формирующими внешние поверхности слоев. Целью данного проекта является систематическое исследование с помощью расчетов из первых принципов в рамках теории функционала плотности структуры, фундаментальных свойств, физических процессов и механизмов формирования двумерных ван-дер-Ваальсовых халькогенидов и гетероструктур на их основе, а также экспериментальная валидация полученных результатов и их апробация на экспериментальных образцах устройств нано- и оптоэлектроники, включая прозрачную и гибкую электронику.

В рамках данного проекта будет проведен скрининг структуры и свойств перспективных материалов из различных классов двумерных халькогенидов и гетероструктуры на их основе с помощью расчетов из первых принципов на основе теории функционала плотности (DFT), что обеспечит более глубокое понимание природы происходящих в них процессов. По итогам результатов непрерывного скрининга будут отбираться наиболее перспективные материалы для экспериментального синтеза и проверки полученных теоретических результатов, в частности на основе полученных ранее коллективом научных данных запланирована экспериментальная апробация возможности применения исследуемых материалов в составе следующих типов структур: – (i) варизонные структуры на основе материала InSe и материалов системы InSe-GaSe; – (ii) структуры для исследования эффекта Рашбы в слоях GeTe, сформированные на гибких подложках. – (iii) элементы энергонезависимых устройств нано- и оптоэлектроники на основе сверхрешеток GeTe-Sb2Te3.

Выполнение представленного проекта и запланированных в нем комплексных исследований позволит сформировать основы для создания новых функциональных устройств нано- и оптоэлектроники, прозрачной и гибкой электроники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА»

№ 122051700026-4, 11.05.2022

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ ГАЛЛИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И КАТАЛИЗЕ

Графен и связанные с ним слоистые неорганические аналоги продемонстрировали большой потенциал для применения в области определения газов из-за их большой удельной поверхности и высокой поверхностной активности.

В ходе выполнения проекта будет разработана новая не имеющая аналогов в мире технология синтеза планарных структур халькогенидов галлия в низкотемпературной неравновесной плазме ВЧ разряда при пониженном давлении. В качестве исходных веществ для синтеза будут использованы только непосредственно высокочистые элементы - галлий и халькогены.

Мы намерены получить тонкие плёнки и слои Ga(S,Se,Te) высокого кристаллического совершенства, исследовать и контролировать электрические свойства полученных материалов, а также провести фундаментальные исследования механизмов компенсации и пределов подвижности электронов. Это будет сделано путем применения современных физических методов исследования и характеризации этих материалов. Будет подобран оптимальный материал подложки для обеспечения высокой адгезии. В заключительной фазе проекта мы намерены продемонстрировать некоторые прототипы устройств на основе материалов, полученных новым методом – плазмохимическим осаждением из газовой фазы при пониженном давлении в ВЧ разрядах различных типов – ёмкостном, индукционном, смешанном, используя при этом сложные плазмообразующие газовые смеси.

Предлагаемый технологический подход будет экономически эффективным и масштабируемым, увеличивая тем самым как научную, так и технологическая значимость проекта.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

№ 122022400130-1, 18.02.2022

МЕМБРАНЫ ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ И МЕМБРАННОГО ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗА НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА

Проект направлен на разработку и исследование структурных и функциональных характеристик мембран на основе электрохимически восстановленного оксида графена, а также композиционных мембран на основе восстановленного оксида графена для применения в

качестве мембранных материалов в процессах мембранного разделения и мембранного электрокатализа.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

№ 122031700118-8, 14.03.2022

ЛАЗЕРНАЯ ПЕЧАТЬ НУЛЬМЕРНЫХ И ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Настоящий проект нацелен на разработку метода лазерного переноса углеродных наноматериалов (смятого графена, люминесцирующих углеродных точек (УТ), нанополос графена и самого графена) для создания новых эффективных элементов электроники и фотоники на их основе. Актуальность решения проблемы манипуляции нанообъектами заключается в том, что для демонстрации их уникальных свойств в различных прототипах требуются трудоемкие и затратные процедуры, в результате выполнения которых, как правило, значительно ухудшаются свойства исходного синтезируемого материала, что сдерживает широкое их практическое применение. Предлагаемая же в проекте методика прямой лазерной печати, также называемая лазерным переносом, (в англоязычной литературе называется BA- или BB-LIFT и расшифровывается как Blister-actuated или Blister-based laser-induced forward transfer) без дополнительных процедур позволит обеспечить перенос углеродных наноматериалов, не повреждающий их, в заданное место и формировать необходимые структуры на конечном объекте.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 122022800400-1, 22.02.2022

СОЗДАНИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ АСИММЕТРИЧНЫХ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАН ИЗ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПОДЛОЖЕЧНОГО И СЕЛЕКТИВНОГО СЛОЯ

Проект направлен на формирование двухслойных фильтрационных мембран с повышенной устойчивостью к засорению. Будет разработан метод сополимеризации акрилонитрила и акриловой кислоты, а также проведены исследования по созданию мембран из полученных сополимеров и нанесению данных сополимеров в качестве селективного слоя многослойных мембран. Будет разработана методика химической модификации поверхности полимера путём термообработки в комбинации с ИК-излучением при температурах до 300°С на воздухе. Будет изучено влияние ИК-излучения на процесс модификации ПАН и его сополимеров в зависимости от разного содержания кислорода в газовой фазе. Будет использован ряд углеродсодержащих наполнителей различной пористой природы и геометрии – оксид графена, наноалмазы детонационного синтеза и высокопористые углеродные частицы на основе пиролизованного полиакрилонитрила. На всех этапах проекта потребуется проведение исследований поверхностных свойств мембран, таких как заряд поверхности и угол смачивания. Исследование поверхности будет дополнено исследованием мембранных свойств в том числе засорения мембран для установления связи поверхностных свойств с устойчивостью к засорению. Будут проведены исследования характеристик полученных мембран в процессе фильтрации растворов нефти с высоким содержанием нефти в толуоле, а также растворов мазута в толуоле. Будет проведена оценка засорения мембран при разделении таких систем, а также проведена оценка методов регенерации мембран.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ИМ. А.В. ТОПЧИЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122071200019-9, 11.07.2022

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Целью работы является разработка научно-технических основ и прикладных решений переработки углеводородного сырья для получения углеродных материалов, продуктов нефтепереработки и нефтехимии, в том числе с использованием высокоэнергетических воздействий и исследование свойств полученных материалов для их дальнейшего использования в различных отраслях промышленности. В настоящее время у исследователей всего мира растет интерес к исследованию смолисто-асфальтеновых веществ (САВ) в качестве потенциального сырья для производства углеродных материалов. Так, есть работы по изучению угольных асфальтенов (Andrews et al., 2011, Barraza et al., 2014; Du et al., 2017) для получения углеродных нанолистов (Wu et al., 2019), которые могут быть использованы как эффективные конденсаторы (Qu et al., 2016). Вероятно, это также верно и для нефтяных асфальтенов (Farooq et al., 2021; Xu et al., 2013; Andrews et al., 2011). При этом могут быть получены полезные материалы для электроники на основе графена, синтезированного из асфальтенов, используя различные добавки, улучшающие емкостные характеристики (Xu et al., 2013; Wu et al., 2019). Оксид графена (а также восстановленный оксид графена) взаимодействует с асфальтенами (π-π взаимодействие, адсорбция), тем самым дестабилизируя водонефтяные эмульсии (Wang et al., 2016; Othman et al., 2018; Rogel et al., 2019). На этой основе могут быть в дальнейшем разработаны деэмульгаторы нефти и составы для увеличения нефтеотдачи пласта при ее добыче. Однако, работ по получению полезных материалов на основе асфальтенов немного (Jung and Bielawski, 2019; Петров, 2019), и они практически отсутствуют в случае нефтяных смол. По своей структуре и составу смолы близки к асфальтенам, но имеют меньший размер молекул, меньшую ароматичность и, как правило, меньшее содержание гетероатомов (Grinko et al., 2018). Можно предположить, что вследствие этих особенностей из нефтяных смол (в частности, меньшего влияния гетероатомов) возможно будет получить более качественные материалы и композиты на основе графена с минимальным числом упорядоченных слоев. Однако, решение данной научной проблемы использования САВ в качестве сырья для получения углеродных материалов невозможно без всестороннего понимания их состава и структуры, а также ее превращений под влиянием высокоэнергетического воздействия (плазмы). Поэтому задача по изучению состава и структуры САВ является актуальной решение ее позволит выявить влияние природы

САВ на свойства получаемых углеродных материалов, а также понять какое влияние эта природа оказывает на свойства конечных продуктов – композитов для микроэлектроники или других полезных материалов (составы для деэмульгации нефти, полимерные покрытия, сорбенты, носители для катализаторов и т.д.).

Разработчик: БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА - ЮГРЫ «СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122032300201-8, 21.03.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧНОЙ НОСИМОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ АНТЕННЫХ СИСТЕМ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ГИГАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Разработан композитный материал на основе графена с высокой проводимостью и возможностью создавать тестовые антенны с использованием 2D печатных технологий. На базе разработанного материала созданы антенны, протестированы их свойства и параметры. Разработанные антенны могут рассматриваться как прототипы для приложений, таких как системы безопасности, сенсорные системы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

№ 122031400279-9, 31.01.2022

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА (СО) ПОЛИАРИЛЕНФТАЛИДОВ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ФТАЛИДНЫХ ГРУПП («ГОЛОВА К ГОЛОВЕ» И «ГОЛОВА К ХВОСТУ»)

В медицинской диагностике, основанной на применении хемо- и биосенсоров остро стоит задача получения полимеров с эффектом распознавания, которые могут быть применены для формирования патернированных поверхностей, обладающих селективной адсорбцией. Один из подходов к решению этой проблемы основан на синтезе последовательно-упорядоченных полимеров периодического строения, аналогичных природным полимерам, которые имеют строго заданный состав. Не менее важной задачей, относящейся к разделу альтернативной энергетики, является получение углеродных материалов заданной поровой архитектуры. Такие материалы используются в производстве суперконденсаторов, топливных элементов, металл-ионных аккумуляторов. Один из путей получения таких материалов основан на термических превращениях полимерных прекурсоров, содержащих жертвенные блоки (в случае блочных полимеров) и отдельные функциональные группы. В нашем случае это дифталидные группы, начинающие распадаться с количественным выделением диоксида углерода (пороген) на 100 градусов раньше фталидных групп.

В работе планируется синтез и изучение свойств последовательно-упорядоченных структурных и пространственных ариленфталид-ариленфтдифталидных (со)полимеров – потенциально-селективных адсорбентов и термических прекурсоров углеродных нанокомпозитов, содержащих фракции графена, оксидов графена, аморфного алмазоподобного углерода и наноалмазов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ УФИМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 116012810170, 22.01.2016

СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИХ НАНОКРИСТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ

Цель работы: исследование возможности синтеза нелинейных оптических наночастиц на основе диэлектриков (углеродные аллотропы), металлов (серебро, золото) и органических молекулярных кристаллов методом лазерной абляции в жидких средах. Планируется проведение исследований процессов абляции вышеуказанных веществ, с получением наночастиц методом конденсации в жидкости. Исследование полученных наночастиц и процессов их инкорпорирования в полимерную матрицу. В результате работы будут исследованы оптические и спектральные свойства полученных материалов, нелинейно-оптические параметры и определены области их применения. Ожидаемые результаты: выполняемые исследования процесса синтеза нелинейно-оптических наночастиц (графит, золото, органические молекулярные кристаллы транс-4-(диметиламино)-N-метил-4-стилбазолиум тозилат и сокристалл аминопирридин-нитрофенол) методом лазерной абляции в жидкости позволят получить следующие результаты: – закономерности формирования наночастиц при лазерной абляции в жидкости; – зависимости их размеров и структуры от условий синтеза, включая тип конденсирующего растворителя и условий абляции; – модель процесса формирования наночастиц методом лазерной абляции в жидкости; – метод получения наночастиц при помощи лазерной абляции в жидкости с инкорпорированием в полимерную матрицу; характеристика оптических и нелинейно-оптических параметров данных наночастиц и нанокомпозитов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А16-116021210324-7, 02.02.2016

НАНОГИБРИДЫ МЕТАЛЛ-УГЛЕРОД ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И ГЕНЕРАЦИИ ВОДОРОДА

В проекте предлагается реализовать потенциал оригинальных углеродных наноматериалов с графеноподобной структурой, высокой удельной площадью поверхности и контролируемым функциональным составом для разработки гибридов с сульфидами металлов и металлами-катализаторами, востребованных для нужд энергетики. В гибридах роль углерода заключается не только в стабилизации второго компонента, но и в изменении его электронного состояния. Это предполагается добиться, фиксируя металл на дефектах графеновой сетки, в частности, границах вакансий и азотных включениях. Будут решаться 2 задачи: разработка новых электродных материалов с высокой скоростью заряда/разряда для литий-ионных аккумуляторов и разработка высокоэффективных каталитических систем для генерации водорода из метанола и муравьиной кислоты. Актуальность первой задачи обусловлена тем, что графит, который в настоящее время применяется в

аноде промышленных литий-ионных аккумуляторов, не обеспечивает современных требований по ёмкости и скорости диффузии лития. Мы предлагаем решить эту проблему созданием гибридных материалов из перфорированных графеновых листов и сульфидов металлов, имеющих слоистую структуру. Спецификой настоящего проекта является использование в качестве активного компонента TiS_2, VS_2, ZrS_2, SnS_2 (и их композиций), которые ранее практически не исследовались. Синтез гибридов предлагается проводить при повышенных температуре и давлении, что должно обеспечить более прочную связь между компонентами гибрида и, таким образом, увеличить время работы электрода. Этот момент является критичным для соединений металлов, характеризующихся низкой механической стабильностью при электрохимическом циклировании. Актуальность второй задачи вытекает из высокой перспективности водорода в качестве энергетического ресурса для обеспечения работы зарядных устройств. Однако, существует проблема накопления и хранения водорода адсорбентами, связанная с малой поглощающей ёмкостью адсорбентов. Эта проблема может быть преодолена путем аккумулирования водорода в форме углеводородов, спиртов и других органических соединений, и генерации водорода из этих соединений каталитическим разложением/риформингом. В настоящем проекте предполагается разработать эффективные каталитические системы и оптимизировать процессы, позволяющие получать водород из метанола и муравьиной кислоты при пониженных температурах: <453 K и <373 K, соответственно. Протекание реакций при низких температурах будет обеспечено высокой дисперсностью активного металла (40-100%), а также стабилизацией нанокластеров и изолированных атомарных состояний металла при взаимодействии с азотными дефектами углеродной сетки и дополнительным допированием ионами щелочного металла (калия). Благородные (Au, Pd) и неблагородные (Ni, Cu) металлы будут наноситься в малых концентрациях на азотсодержащий мезопористый углеродный материал с удельной поверхностью более 600 $м^2$/г. Взаимодействие прекурсоров металлов будет происходить с азотными центрами носителя, способными наиболее прочно связать активный компонент с носителем. Реализация необходимого типа азотного дефекта в углеродном материале будет осуществляться подбором температуры CVD синтеза и последующей пост-обработкой.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116072210006-4, 12.07.2016

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ АММИАЧНЫХ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ НА БАЗЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Данный проект заключается в разработке и оптимизации технологии получения аммиачных газовых сенсоров на базе углеродных наноматериалов, работающих при комнатной температуре. Установлены оптимальные режимы синтеза и нанесения чувствительных материалов для газовых сенсоров методами аэрозольного нанесения и CVD. Чувствительными материалами, используемыми для детекции аммиака, будут являться различные углеродные наноматериалы: восстановленный оксид графита, углеродные нанотрубки и другие. На основании анализа параметров нанесения углеродного материала, сделан вывод о наиболее энергоэффективной технологии создания чувствительных материалов для сенсоров аммиака. Отличительной особенностью технологии является то, что данные сенсоры будут работать при комнатной температуре, что представляет собой большое преимущество по сравнению с полупроводниковыми сенсорами. Диапазон концентраций аммиака, в котором проводилось тестирование сенсоров, составил 10-1000 ppm. Отклик полученных сенсоров варьировался в диапазоне 0,1-10 %.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119061990005-7, 18.06.2019

СИНТЕЗ, МОДИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФИТА, И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ И LI-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Графеновые материалы – уникальные структуры, представляющие собой слои из атомов углерода. Они имеют высокую проводимость, большую удельную площадь поверхности, химическую инертность и физическую устойчивость. Такие свойства делают их перспективными для использования во многих устройствах, в том числе, для накопления энергии (например, в Li-ионных аккумуляторах или суперконденсаторах). Восстановленный оксид графита является примером таких графеновых структур. Функционализация графеновых материалов – это присоединение атомов кислорода, азота, брома и других на углеродную поверхность. Она позволяет дополнительно улучшить характеристики материала за счет увеличения активности. В рамках работы по проекту предполагается исследование влияние функционализации восстановленного оксида графита на его физические и электрохимические свойства, а также создание макетов Li-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов с использованием синтезированных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119031890017-4, 13.03.2019

СИНТЕЗ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Предполагается решить следующие задачи по синтезу при высоких давлениях и исследованию новых материалов: – разработка физико-химических основ массового синтеза наноалмазов при высоких статических давлениях. – изучение влияния высоких давлений и температур на процессы формирования нанокристаллических структур и образования новых фаз. Использование в качестве исходных материалов новых нетрадиционных углеродных материалов, таких как фуллериты, нанотрубки, карбины, а также сверхтвердых материалов и новых перспективных связок, таких как борокарбид кобальта, борид титана, борид хрома; – использование уникальных, разработанных в ИФВД РАН, аппаратов высокого давления с рабочим диапазоном

давлений от 0,5 до 8 ГПа для консолидации и термобарической обработки новых материалов. Высокие давления необходимы для предотвращения роста наноразмерных частиц и фазовых переходов в сверхтвердых материалах; – синтез образцов новых рядов соединений Mn(1-x)Rh(x)Ge, Fe(1-x)Rh(x)Ge, Mn(1-x)Ru(x)Ge, Fe(1-x)Ru(x)Ge и Co(1-x)Ru(x)Ge со структурой B20. Наличие высококачественных образцов новых перспективных соединений откроет возможность изучения их магнитных, электронных и транспортных свойств, как макрометодами, так и методами ядерной физики (дифракция нейтронов, малоугловое рассеяние нейтронов, возмущенная угловая гамма-гамма корреляция). – разработка научных основ синтеза слоистых соединений MgB_2 и REFeAs(O,F) и им подобных материалов в условиях высоких давлений и температур;

Впервые будет осуществлен синтез новых метастабильных халькогенидных фаз ВД и изучена их атомная структура и физико-химические свойства, что позволит продолжить развитие кристаллохимических закономерностей перестройки кристаллической структуры и последовательности структурных переходов при высоком давлении.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ИМ. Л.Ф. ВЕРЕЩАГИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121050400014-8, 20.04.2021

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАЛЛ - УГЛЕРОДНЫХ, ОКСИД МЕТАЛЛ - УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ПРИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ И ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ОТЖИГЕ

Выполнение данного проекта сопряжено с проведением экспериментов и исследованием процессов, происходящих при электродуговом распылении композитных электродов. Состав распыляемых электродов подразумевает содержание графита и добавочных элементов, в качестве которых будут выступать чистые металлы с различающимися физико-химическими свойствами (Ni, Cu, Sn) и их оксиды (NiO, CuO, SnO_2). В результате дугового разряда происходит испарение компонентов электродов и формирование плазмо-химической системы. Взаимодействие компонентов плазмохимической системы при удалении из горячей области разряда приводит как к химическим реакциям, так и к физическим процессам зародышеобразования, конденсации, кристаллизации, фазовым превращениям, агломерации. В результате данных процессов происходит формирование наноструктурированных материалов, представляющих собой металлосодержащие наночастицы, запакованные в углеродную матрицу. Вариация таких условий синтеза как количественное содержание металлов и их оксидов в распыляемых электродах, сила тока и давление инертного буферного газа (He) позволяет управлять плазмохимическим синтезом и получать наноматериалы с различными структурными характеристиками и фазовым составом металлосодержащих структур и углеродной компонеты. В том числе возможно получение графеноподобных струкутр. Проведение экспериментов в данном направлении поможет раскрыть малоизученные процессы, приводящие к формированию подобных структур, а также развить технологию синтеза металло-углеродных наноматериалов с заданными структурными параметрами. Также в данном проекте предполагается исследование взаимного влияния наночастиц металлов (Ni, Cu, Sn) и их оксидов (NiO, CuO, SnO_2) с углеродом при термическом нагреве в вакууме, или инертной атмосфере. При этом, возможны процессы восстановления оксидов, образование карбидов (Ni3C, CuC_2, Cu_2C_2), термическое разложение карбидов, кристаллизация углеродной структуры, плавление металлических частиц, сопровождающееся объемным расширением, разрушение углеродной оболочки, слияние жидких капель металлов. При этом вариация температуры отжига будет определять как углеродную структуру, так и фазовый состав и структурные особенности металлосодержащих частиц. Применение синтезированных металло-углеродных композитных материалов в суперконденсаторах позволит выявить структурные эффекты на емкостные и токоразрядные характеристики суперконденсаторов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А21-121011590086-0, 15.01.2021

ВЕЩЕСТВА И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Будут разработаны: –кристаллохимические принципы направленного синтеза полифункциональных материалов с заданными оптическими свойствами; – не менее 15 каталитических систем постметаллоценового типа и изучены их каталитические свойства; – углеродные композиты на основе терморасширенных графитов; – модифицированные пековые связующие; – фундаментальные подходы создания интеркалированного и терморасширенного графита с варьируемой глубиной окисления графитовой матрицы, пористостью и теплопроводностью; – новые фундаментальные подходы к получению композиционных материалов для применения в экстремальных условиях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

Диссертации

№ АААА-В17-417022860034-7, 28.02.2017

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Цель: синтез композиционных углеродных наноматериалов для суперконденсаторов (СК) повышенной емкости, изучение состава и химического состояния элементов получаемых материалов, сборка опытных образцов СК и проведение их тестовых испытаний. Проведено сравнительное исследование графеновых материалов, которые образуются при взрывной эксфолиации оксида графита и графита, интеркаллированного трифторидом хлора. Изучены пленки оксида графена и возможность их использования в качестве сепаратора СК, состояние листов оксида графена в композите оксид графена – полианилин.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-В18-418062090044-0, 20.06.2018

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ГРАФЕНА НА ПОДЛОЖКАХ НА ОСНОВЕ D- И F- МЕТАЛЛОВ

Работа посвящена сравнительному изучению механизмов синтеза графена, таких как метод крекинга, методы сегрегации углерода сквозь тонкие слои переходных металлов и через фазу карбидизации слоев редкоземельных металлов, а также изучению электронной структуры полученного графена на всех стадиях роста. Графен, выращенный на поверхности монокристалла Ni(100), а также на пленках переходных (Ni, Co) и редкоземельных (Gd, Dy) металлов изучался методами рентгеновской и ультрафиолетовой фотоэлектронной спектроскопии и дифракции медленных электронов. Экспериментально изучалась электронная и кристаллическая структура образцов на всех стадиях синтеза графена. Было установлено, что на поверхности пленок Ni и Co, нанесенных на графит, при температуре отжига 300 – 450 °C происходит формирование связанного с подложкой графена, кристаллическая структура которого сильно зависит от степени монокристалличности исходного графита. При использовании пленок редкоземельных (Gd, Dy) металлов сначала (при температурах до 900 °C) пленка полностью карбидизируется, и только при температурах 1000 – 1100 °C на поверхности карбида формируется слабосвязанный графен. Также было установлено, что графен на поверхности Ni(100) сильно связан с подложкой, а после интеркаляции монослоя золота становится квазисвободным.

Полученные результаты важны для понимания физических процессов формирования графена на поверхности D– и F–металлов, а также для разработки на их основе технологии синтеза графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В18-418020790018-4, 07.02.2018

СИНТЕЗ И МОРФОЛОГИЯ ГИБРИДНЫХ НАНОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ОКСИДОВ Co, Ni, Mo, W И Si

Разработан синтез гибридных нанокомпозитов на основе графена и оксидов Co, Ni, Mo, W и Si, включающий золь-гель и сонохимический методы. N, N – диметилоктиламин использован для стабилизации золей и фиксации графеновых листов, полученных ультразвуковой обработкой графита. Предложенный способ позволяет получать гибридные наночастицы размером от 10 до 200 нм, покрытые тонкими графеновыми слоями. Показано, что графеновые листы в процессе синтеза играют двоякую роль: структурирующего агента в ходе гелеобразования и текстурирующего компонента при последующем формировании гибридных наноструктур.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ИМ. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В20-420061590013-9, 15.06.2020

СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ MoS2 И МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРФОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ДЛЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Выполненное исследование посвящено синтезу гибридных материалов из MoS2 и многослойного перфорированного графена (ПГ) методом горячего прессования и установлении взаимосвязей между параметрами синтеза, строением материала и его электрохимическими характеристиками в Li-ионном аккумуляторе. Установлено влияние состава и температуры на строение (размер отверстий и состав кислородсодержащих групп) продукта обработки оксида графита в горячей концентрированной серной кислоте – ПГ. Предложен новый метод синтеза гибридных материалов MoS2/ПГ методом горячего прессования смеси MoS3/ПГ. Обнаружено, что увеличение давления паров серы за счет диссоциации MoS3 при его термолизе приводит к формированию тонких протяженных чешуек MoS2 на поверхности графена. Методами NEXAFS и РФЭС установлено образование связей Mo-C между компонентами гибрида MoS2/ПГ. Разработан электродный материал MoS2/ПГ с удельной емкостью 900 и 580 мАч*г-1 при плотностях тока 0.1 и 1 А*г-1 и стабильностью работы до 1000 циклов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 421062800092-2, 28.06.2021

КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ДИСПЕРСИИ ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Цель: разработка технологии получения стабильных дисперсий углеродных наноматериалов (УНМ) при повышенных концентрациях. Установлены закономерности влияния окислительной функционализации углеродных нанотрубок (УНТ) и температуры обрабатываемого раствора на концентрацию дисперсий УНМ при ультразвуковой обработке в слабощелочном растворе фенолформальдегидной смолы (ФФС). Разработана методика синтеза нового материала под техническим названием «аминокумулен» (АК), исследованы его физико-химические характеристики, а также доказана эффективность его применения в качестве диспергатора УНМ. Определены массовые соотношения компонентов для получения наиболее концентрированных дисперсий: «нативные УНТ: ФФС» – 1,2:1; «окисленные УНТ: ФФС» – 4,56:1; «расширенное соединение графита (РСГ): ФФС» – 3:1; нанокомпозит «полигидрохинон/графен (ПГХ/графен): ФФС» – 12:1; «нативные УНТ:АК» – 1,31:1; «окисленные УНТ:АК» – 4:1; «РСГ:АК» – 2:1 и нанокомпозит «ПГХ/графен: АК» – 3:1, соответственно. Обоснованы схемы взаимодействия окисленных УНТ с ФФС и АК, основанные на образовании водородных и химических связей и позволяющие объяснить эффективное диспергирование УНМ. Установлено, что дисперсии, полученные с применением ФФС, являются модифицирующими добавками для получения композиционных материалов на основе эпоксидной смолы с улучшенными электропроводящими свойствами, а также для получения пенополиуретановые покрытий, поглощающих электромагнитное излучение. Установлено, что АК является эффективным диспергатором для получения графеновых

нанопластинок (ГНП) методом жидкофазной ультразвуковой эксфолиации природного графита ГСМ-2, а также может использоваться в качестве неорганического модификатора в ионообменных мембранах для повышения ионной проводимости. Разработан технологический регламент «Получение ГНП, модифицированных ФФС».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-516072080046-7, 20.07.2016

СИНТЕЗ И УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРОЙ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Цель: разработка фундаментальных основ и практических подходов к синтезу новых функциональных материалов и систем на основе графена; определение взаимосвязи их электронной энергетической структуры с особенностями строения систем и взаимодействия углерода с другими компонентами; формирование и изучение широкого ряда кристаллических тонкослойных систем, характеризуемых различным взаимодействием атомов решетки графена с подложкой, адсорбатом и внедренными примесями. Систематическое изучение влияния на электронную структуру графена, оказываемого подложкой, а также такими процессами, как физическая и химическая адсорбция, легирование и интеркаляция веществ под слой графена, позволило расширить возможности управления электронными свойствами графена и углубить понимание механизмов формирования тонких особенностей его электронной структуры в различных системах. Экспериментально определена электронная структура вблизи уровня Ферми, и показана слабая связь графена с подложкой в тонкослойной системе металл – диэлектрик – полупроводник, в которой графен сформирован на поверхности широкозонного диэлектрика – гексагонального нитрида бора. Разработан способ эффективного синтеза, легированного азотом однослойного графена (N-графена) из молекул триазина на поверхности большой площади. Особенностью предложенного способа является возможность получения хорошо ориентированного монослоя N-графена, что позволило экспериментально определить влияние азота на электронную структуру графена методом фотоэлектронной спектроскопии. Продемонстрировано, что внедрение золота под слой N-графена позволяет значительно повысить эффективность допирования путем изменения конфигурации химических связей азота в слое графена при повышенной температуре. Разработана методология формирования легированного бором графена (B-графена) из молекул карборана, позволяющая внедрять в решетку до 19 ат. % бора. Показано, что при малых концентрациях примеси возможно предпочтительное замещение бором атомов углерода в одной из двух подрешеток графена. Экспериментально исследована анизотропия электрон-фононного взаимодействия в сильнолегированном графене, и оценена константа электрон-фононной связи в системе Li/графен/силицид. Выявлено, что полученная оценка допускает возможность экспериментального обнаружения сверхпроводимости в однослойном графене. Продемонстрировано формирование высокоориентированного графена на поверхности Co (0001), и экспериментально доказано существование в нем интерфейсного электронного состояния с одним направлением спина.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416060650043-7, 06.06.2016

СИНТЕЗ И ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ И СПИНОВОЙ СТРУКТУРЫ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ СИСТЕМ

Цель: определение ключевого условия для формирования гигантского индуцированного спин-орбитального расщепления в графене, исследование деталей синтеза графенсодержащих систем на тонких слоях металлов (Ni, Gd), основанного только на процессе сегрегации атомов углерода. Показано, что гибридизация электронных состояний графена и подложки является ключевым условием формирования индуцированного спин-орбитального расщепления в графене; показан механизм регулирования величины индуцированного спин-орбитального расщепления в графене за счёт варьирования пропорции d- и sp-металлов; установлено, что графен при синтезе на основе процесса сегрегации через слои металлов формируется при низкой температуре 180°C; определены поверхностные процессы формирования графена при синтезе на основе процесса сегрегации через слои металлов; показан различный характер трансформации карбидных фаз для разных толщин пленки металлов при синтезе графена на основе процесса сегрегации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-516102780055-6, 27.10.2016

ПОЛУЧЕНИЕ БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССОВ, СТИМУЛИРОВАННЫХ ПУЧКОВО-ПЛАЗМЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВЕЩЕСТВО

Найдены способы получения биоактивных соединений и материалов в электронно-пучковой и гибридной плазме в процессах, стимулированных пучково-плазменным воздействием на поверхность твердых тел, пленок, пористых материалов и на аэрозоли, содержащие твердые дисперсные частицы, в том числе порошки биоорганических соединений. Разработаны устройства (пучково-плазменные реакторы), реализующие: целенаправленную управляемую деструкцию сложных биоорганических полимеров – белков и полисахаридов; управляемую модификацию и функционализацию поверхности неорганических и биополимерных материалов, сопровождающуюся изменением их гидрофильно-гидрофобных свойств и приобретением биологической активности; синтез неорганических биоактивных покрытий на поверхности металлических изделий – компактных твердых тел сложной геометрии и частиц дисперсных порошков; осаждение однослойных и многослойных покрытий неорганической и органической природы в различных комбинациях на порошки биополимеров и материалы, изготовленные из таких порошков; допирование углерода в аллотропных модификациях графена и нанотрубок атомами неметаллов. Получены активные агенты для фармакологии, сельского хозяйства, пищевой промышленности, эффективные гемостатические материалы,

оксидные покрытия с улучшенной биосовместимостью, комплексы «биополимер – низкомолекулярное органическое соединение», углеродные материалы, легированные атомами азота и серы. Установлены закономерности, связывающие параметры пучково-плазменного воздействия с биологической активностью и структурой продуктов, получаемых в плазмохимических реакторах. Предложены плазмохимические модели, объясняющие эти закономерности. Разработаны алгоритмы управления энерговыделением, обеспечивающие требуемое пространственное распределение температуры в реакционном объеме. Для разработанных плазмохимических реакторов выявлены причины, вызывающие вынос частиц конденсированной дисперсной фазы из плазменного объема, найдены способы предотвращения этого явления.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-В18-418102690020-1, 26.10.2018

САМОСБОРКА И СОРБЦИЯ ПРОИЗВОДНЫХ И АНАЛОГОВ УРАЦИЛА

Методом квантовой химии рассчитаны термодинамические параметры различных ассоциатов производных урацила. Получены ряды относительной устойчивости исследуемых структур на основе анализа значений энтальпий ассоциации. Определены предпочтительные области межмолекулярного взаимодействия путем расчета количественного электростатического потенциала электронодонорных и электроноакцепторных заместителей в исследуемых молекулах. Выполнено молекулярно-динамическое моделирование процесса самосборки урацила, циануровой кислоты и меламина на поверхности графена. Созданы модели поверхности модифицированного угольно-пастового электрода. Посредством молекулярно-динамического моделирования показано, что процессы взаимодействия энантиомеров пропранолола с поверхностью графена идентичны. При симуляции взаимодействия энантиомеров пропранолола с модифицированной урацилом поверхностью графена установлена различная прочность связывания. Полученные данные коррелируют с вольтамперометрическими параметрами чувствительности на угольнопастовых электродах. Проведено моделирование сорбции пропранолола из водного раствора на системах меламин – графен, урацил – графен, циануровая кислота – графен. Установлено, что в ряду урацил – циануровая кислота – меламин сорбционная способность растет вследствие увеличения количества водородных связей с молекулами пропранолола.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В18-418122790013-0, 27.12.2018

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФИТОПОДОБНЫХ НАНОСТРУКТУР В УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНКАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ МЕТОДОМ

Рассмотрено применение электродугового способа с магнитной сепарацией углеродной плазмы для создания автоэмиссионных сред на основе углеродных материалов для СВЧ-приборов. Определены оптимальные условия достижения структурной и фазовой однородности пленок углерода. Разработаны способ получения углеродных наноструктур путем воздействия пучком ионов никеля на пленку углерода, способ изготовления массива автоэмиссионных эмиттеров на основе микроканальных пластин, способ формирования графена электродуговым методом.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Х.М. БЕРБЕКОВА»

№ АААА-В19-419121390054-9, 13.12.2019

СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ГИДРО- И АЭРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА, ДЕКОРИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА, ДЛЯ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД

Цель: синтез и исследование свойств нанокомпозиционных гидро- и аэрогелей на основе графена, декорированного наночастицами оксидов железа, являющихся эффективными сорбентами органических красителей из водных растворов. Разработана методика декорирования слоев оксида графена наночастицами гидроксидов железа с последующим химическим восстановлением оксида графена аскорбиновой кислотой. Предложен механизм формирования наночастиц на слоях графена, основанный на гидролизе и оксоляции ацетата железа с последующим образованием первичной структуры геля. Изучено влияние содержания железа в гидрогелях на их удельную поверхность. Определено наиболее эффективное содержание железа (~ 20% масс.) в структуре синтезированного материала.

Разработана методика получения нанокомпозиционных графеновых аэрогелей, обладающих ферромагнитными свойствами, заключающаяся в обработке гидрогелей в среде СКИ, являющегося восстановителем гидроксида железа FeO(OH) до магнетита (Fe_3O_4).

Разработана принципиальная химико-технологическая схема получения ферромагнитных нанокомпозиционных аэрогелей с использованием стадии обработки в сверхкритических условиях. Установлена закономерность влияния времени обработки гидрогелей в среде СКИ на удельную поверхность получаемых аэрогелей, позволившая определить эффективное время обработки (6 ч), при котором значение удельной поверхности достигает 660 – 680 м^2/г.

Выявлены закономерности влияния установленных параметров (содержания железа, времени обработки в среде СКИ) процессов получения на сорбционные характеристики гидро- и аэрогелей.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В19-419040290013-1, 02.04.2019

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ С ПАМЯТЬЮ: ГРАФЕНОВЫЙ МЕМКОНДЕНСАТОР И ОПТОМЕМРИСТОР НА ОСНОВЕ НИТРОЗОКОМПЛЕКСОВ РУТЕНИЯ

С использованием методов квантово-химического и молекулярно-динамического моделирования изучены свойства материалов, пригодных для создания мемэлементов:

нитрозокомплексов рутения и графена. Установлено, что термическая стабильность фотоиндуцированных изомеров нитрозокомплексов рутения связана с электрон-донорными свойствами транс-лиганда. Уточнены параметры набора силовых полей CHARMM для более точного описания механических свойств графена.

Предложен метод генерации графеновых наноструктур, с использованием которого найден ряд не описанных ранее структур. Найдено, что основными состояниями графеновой ленты в зависимости её длины являются плоский лист, сложенный лист и свиток.

Обнаружено и исследовано новое состояние типа кинк, возникающее на сжатой графеновой ленте. Разработана концепция и построена аналитическая модель функционирования нового оптического элемента с памятью – оптомемристора. Разработана аналитическая модель переключения мемконденсатора на основе графеновой мембраны.

Показано, что в зависимости от режима переключения мембранного мемконденсатора переключение может происходить как через симметричный, так и через несимметричный профиль мембраны.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В19-419121390053-2, 13.12.2019

СИНТЕЗ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА

Цель: синтез композиционного наноструктурного сорбционного материала на основе оксида графена, модифицированного полигидрохиноном, изучение влияния технологических параметров синтеза на физико-химические характеристики и функциональные свойства композита в процессах извлечения тяжелых металлов из водных сред.

Разработана методика синтеза композиционного сорбционного материала на основе оксида графена, модифицированного ПГХ, позволяющая получать продукт заданного фазового состава. Определены физико-химические свойства разработанного сорбционного материала, выявлены закономерности влияния степени модифицирования на теплостойкость, размер кристаллитов, долю неструктурированного углерода. Установлены зависимости влияния структуры и свойств синтезируемых материалов на эффективность их сорбционного взаимодействия с растворенными в водной среде формами тяжелых металлов.

Разработана теоретическая модель равновесных процессов ионного обмена свинца, меди, цинка из уксусно-ацетатных буферных систем, включающая определение расчетных уравнений теоретических изотерм и константы равновесия процесса в системе контактирующих фаз.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В20-420120390015-9, 03.12.2020

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ГРАФЕНА НА МЕДИ И ПЕРЕНОСА ГРАФЕНА НА ПОЛИМЕР

В результате проделанной работы, определены оптимальные параметры (температура синтеза, расход метана, расход водорода) термического синтеза однослойных и многослойных графеновых структур на медных подложках. Развита методика получения монокристаллической медной подложки из поликристаллической путем ее термической обработки в условиях близких к фазовому переходу жидкость-кристалл. Определены основные теплофизические механизмы, влияющие на повреждение графеновых пленок, при переносе с медной подложки на полимер методом горячего прессования. Экспериментально показано, что при механическом разделении существенную роль играет ориентация зерен медной подложки, на которой сформирован графен. Проведенные исследования позволяют получать графен-полимерные композиты с сопротивлением от 1,5 до 8 кОм/кв. Данные композиты могут быть использованы в качестве гибких и прозрачных электродов и нагревателей, чувствительных элементов в различных сенсорах, а также в качестве термоакустических элементов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В20-420012890004-6, 28.01.2020

ТОНКИЕ ПЛЕНКИ ИЗ СУСПЕНЗИИ ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА: СОЗДАНИЕ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Разработан метод фторирования графеновых частиц суспензии в водном растворе плавиковой кислоты, который позволяет контролируемо варьировать время и степень фторирования. Получены тонкие пленки фторированного графена, свойства которых контролируемо менялись в широких пределах – от проводящих до изолирующих. Экспериментально созданы простые структуры, содержащие пленку фторированного графена со степенью фторирования до 25%, на вольт-амперных характеристиках которых впервые обнаружены участки отрицательного дифференциального сопротивления. Обнаружено, что пленки, полученные из фторированной графеновой суспензии со степенью фторирования 25 – 30%, демонстрируют эффекты резистивного переключения величиной 1 – 2 порядка. Показано, что эффект резистивных переключений коррелирует с наличием ловушек для носителей заряда в пленке фторированного графена. Показано, что суспензия фторированного графена является перспективной для создания пленок, которые можно использовать в качестве защитных и диэлектрических слоев в гетероструктурах, а также в качестве чернил для создания таких слоев методами 2D печатной электроники. Установлено, что пленки, созданные из фторированной графеновой суспензии, выдерживают растягивающие деформации, возникающие при изгибе, без заметных изменений своих свойств до радиусов изгиба 2 – 2,5 мм, что соответствовало значениям механических напряжений 1,2% для изолирующих пленок и 4% для высокоомных пленок.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

№ 421062100080-6, 21.06.2021

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА МЕТОДОМ ДИССОЦИАТИВНОГО ИСПАРЕНИЯ (СУБЛИМАЦИИ) ПОВЕРХНОСТИ SIC И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРУКТУР ГРАФЕН/ SIC

Цель работы заключалась в разработке технологии получения пленок графена с использованием метода диссоциативного испарения (сублимации) поверхности SiC и исследование возможности приборных применений полученных структур. В ходе работы разработана конструкция и произведена сборка технологической установки роста графена методом сублимации поверхности SiC. Разработана технология высокотемпературного предростового отжига подложек SiC позволяющая изменять морфологию полированной поверхности подложки с образованием регулярных атомно-гладких террас. Проведено теоретическое и экспериментальное исследование влияния температуры нагрева подложки, времени нагрева, скорости нагрева, а также давления инертного газа в зоне роста на однородность и структурное совершенство графена, выращиваемого методом сублимации поверхности SiC. Определены оптимальные условия роста и конкретные параметры подложки, позволяющие получать однородные монослойные пленки графена на поверхности SiC. Проведены исследования транспортных свойств графена в магнитных полях от 0 до 30 Тл в температурном диапазоне 4.2 – 300 К. В пленках графена, выращенном на SiC наблюдались характерные для графеновых структур квантовые эффекты и явления, такие как слабая локализация антилокализация, а также осцилляции Шубникова–де-Гааза (ШдГ). Изготовлены чувствительные сенсорные элементы (сенсоры) на основе структур графен/SiC. Продемонстрирована чувствительность графеновых сенсоров к концентрации газообразного NO_2 5 ppb. Продемонстрирована чувствительность биосенсоров на основе структур графен/SiC к концентрациям флуоресцеина на уровне 0.001 – 0.01 нг/мл.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 421111900021-6, 19.11.2021

СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА

В диссертационном исследовании разработаны методики допирования оксида графена азотом в процессе синтеза материала модифицированным методом Хаммерса с использованием нитрата натрия, получения карбоксилированного и карбонилированного графенов с содержанием до 10 ат. % карбоксильных и карбонильных групп. Установлено, что допирование азотом приводит к двукратному росту проводимости материала при сохранении прыжкового механизма переноса носителей заряда, подчиняющегося закону Мотта. Изучено влияние параметров перфорации графенового слоя, а также присутствия краевых кислородсодержащих групп на планарность графенового слоя, локализации π-сопряженной системы, плотность электронных состояний в валентной зоне и оптическое поглощение производных графена в ближнем ультрафиолетовом диапазоне.

Полученные результаты позволили разработать газоаналитические мультисенсорные чипы на основе графеновых производных.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 421062800063-2, 28.06.2021

ХРОМОВЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ КОМБИНАЦИЕЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Целью диссертационного исследования являлось увеличение микротвёрдости хромовых гальванических покрытий методами электрохимического осаждения из стандартного электролита, содержащего сочетания углеродых наноматериалов (одно- и многослойных углеродных нанотрубок, наноалмазов и оксида графена). В работе впервые для повышения микротвёрдости хромового гальванического покрытия использовано модифицирование гальванического электролита хромирования смесью наноматериалов: однослойных и многослойных углеродных нанотрубок, наноалмазов и оксида графена. Разработаны технологические процессы получения наномодифицированного хромового покрытия, отличающиеся дополнительной операцией добавления в электролит для повышения микротвёрдости наноматериалов: одно- и многослойных углеродных нанотрубок, наноалмазов и оксида графена по отдельности и в виде комбинаций. Выявлено, что увеличение микротвёрдости хромового покрытия обусловлено сочетанием двух механизмов: введением наноалмазов в металл покрытия (хром) и появлением дополнительных центров кристаллизации на дефектах углеродных нанотрубок и оксида графена.

Получены следующие результаты: – предложен новый технологический процесс нанесения хромовых гальванических покрытий, включающий дополнительные операции добавления, распределения и поддержания заданной концентрации смеси углеродных наноматериалов в электролите, который позволяет увеличить микротвёрдость; – экспериментально выявлено и теоретически обосновано увеличение микротвёрдости покрытия в результате влияния углеродных наноматериалов на структуру хромового покрытия; – доказано, что увеличение микротвёрдости хромового покрытия обусловлено сочетанием двух механизмов: введением наноалмазов в металл покрытия и появлением дополнительных центров кристаллизации на дефектах углеродных нанотрубок, в результате чего происходит увеличение точек зарождения кристаллов и, соответственно, получается мелкокристаллическая структура; – срок службы покрытий, полученных из электролитов с добавлением смеси углеродных наноматериалов на 20% выше, чем при использовании традиционного хромового покрытия, а также при использовании многослойных углеродных нанотрубок, однослойных углеродных нанотрубок, наноалмазов и оксида графена по отдельности; – наилучший результат получен при использовании смеси наноалмазов с концентрацией 12 г/л и многослойных углеродных нанотрубок с концентрацией 80 мг/л. Микротвёрдость наномодифицированного хромового покрытия повысилась на 27% по сравнению с традиционным хромовым покрытием; – полученное значение микротвёрдости хромового гальванического покрытия превышает этот показатель, полученный по

известным технологическим процессам; – разработанный метод открывает перспективы совместного использования различных нанодобавок в гальванических электролитах для улучшения качества покрытий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 421112900080-0, 29.11.2021

СИНТЕЗ, ЛЕГИРОВАНИЕ И ИНТЕРКАЛЯЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ГРАФЕНА НА ПОВЕРХНОСТИ Ni(111)

Проведено поисковое исследование возможности синтеза монокристаллов графена больших размеров и высокого кристаллического качества как нелегированного, так и легированного атомами азота на поверхности Ni(111), исследование процессов интеркаляции золота и кислорода в интерфейс между графеном и поверхностью Ni(111). Основными методами исследования являлись сверхвысоковакуумная сканирующая туннельная микроскопия в комбинации с квантовохимическими расчетами на основе теории функционала плотности. Изучена на атомном уровне поверхность Ni(111) на различных этапах формирования графена, включая атомные кластеры, одномерные и двумерные объекты. Определены атомные структуры дефектов в графене, синтезированном на поверхности Ni(111). Определено атомное строение структур типа Gr/Au(O)/Ni(111), возникающих в результате интеркаляции золота (кислорода). Изучены процессы интеркаляции и установлены каналы проникновения атомов интеркалята в интерфейс между графеном и поверхностью Ni(111).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 421102700068-1, 27.10.2021

СИНТЕЗ ОКСИДА МЕДИ (I) НА ПРОВОДЯЩИХ ПОДЛОЖКАХ И ЕГО МОДИФИКАЦИЯ ДЛЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ВОДЫ

Работа посвящена разработке и научному обоснованию методик получения оксида меди (I) на проводящих подложках. Для повышения фотокаталитической активности и уменьшения фотодеградации в процессе разложения воды предложено нанесение таких модифицирующих покрытий, как наночастицы оксида цинка, углеродные наночастицы и оксид графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ О» «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ 421113000092-9, 30.11.2021

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВИНИЛСОДЕРЖАЩИХ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ

Полимерные композиционные материалы на основе эпоксидных связующих отличаются высокой адгезией, небольшой усадкой при отверждении, теплостойкостью, улучшенными технологическими возможностями во время переработки в изделия и многими другими ценными свойствами. Это обеспечивает широкий спектр использования данных композитов в качестве ремонтных компаундов, герметизирующих составов и для многих других целей. Эпоксидным полимерам присуща существенная хрупкость, что создает препятствия для их использования в изделиях, работающих в сложных напряженных условиях. В связи с этим создание связующих и композиционных материалов на основе эпоксидных олигомеров, обладающих улучшенным комплексом физико-механических свойств, является актуальной задачей.

Разработаны методы модификации эпоксидных олигомеров с использованием поливиниацеталей, что позволило получить связующие с улучшенными характеристиками; выявлено, что введение надобавки графена способствуют повышению ударной вязкости модифицированного эпоксидного связующего. Разработаны композиционные материалы на основе винилсодержащих эпоксидных олигомеров с нанонаполнителями (графен, углеродные нанотрубки, фуллерены), обладающие широким спектром прочностных и деформационных характеристик.

Получены армированные эпоксидные материалы, обладающие повышенными стойкостью к растрескиванию, прочностью при изгибе и ударной вязкостью. Показаны перспективы дальнейшей разработки новых эпоксидных нанокомпозитов функционального назначения. Разработанные композиционные материалы на основе модифицированного армированного эпоксидного полимера могут быть рекомендованы в качестве ударопрочных и защитных материалов в различных отраслях техники.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

№ 422070600049-2, 06.07.2022

АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЩЕЛОЧНОЙ АКТИВАЦИИ КАРБОНИЗАТА (НА ПРИМЕРЕ ДЕКСТРИНА И ОКСИДА ГРАФЕНА)

Цель исследования: Совершенствование технологии и оборудования для реализации процесса активации углеродного материала на основе экспериментально установленных закономерностей взаимодействия гидроксида калия с карбонизатом в инертной среде. Установлены закономерности процесса высокотемпературной щелочной активации карбонизата (смесь декстрина и оксида графена) в инертной среде для получение высокопористого углеродного материала. Экспериментально получены характеристики исходного карбонизата и активированного высокопористого углеродного материала (гранулометрический состав, химический состав, физико-химические свойства) в зависимости от условий реализации процесса активации. Экспериментально доказан синергетический эффект воздействия щелочи и водяного пара при высокотемпературной активации карбонизата.

Разработана математическая модель изменения концентрации газовой фазы, содержащей соединения калия, в объеме реактора активации, позволяющая определить режимные параметры процесса активации (температура, продолжительность, скорость подачи инертного газа). Определены эффективные соотношения исходных реагентов и режимные параметры процесса, позволившие сократить продолжительность процесса активации на 30%. Установлено, что дополнительная обработка водяным паром активируемой

реакционной смеси, позволяет снизить температуру активации с 750 до 600°С, что снижает энергозатраты и стоимость оборудования.

Разработан способ получения высокопористого углеродного материала с удельной поверхностью более 2500 $м^2/г$ и объемом пор более 1,3 $см^3/г$ для использования в качестве сорбента из жидких сред. Разработаны конструкции реакторов для проведения высокотемпературной щелочной активации карбонизата (с гидроксидом калия в инертной среде и с дополнительным воздействием водяного пара), в которых, за счет смешивания компонентов реакционной смеси и наличия камеры нейтрализации, обеспечивается увеличение производительности и безопасность проведения процесса.

Разработана технологическая схема опытно-промышленного производства высокопористого углеродного материала.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422072800023-4, 28.07.2022

ИНТЕРКАЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И МАГНИТНЫХ МЕТАЛЛОВ: СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

Диссертационная работа посвящена систематическому изучению элементного и фазового состава, электронного строения и магнитных свойств интерфейсов на основе графена, ферромагнитных металлов и кремния, полученных с использованием интеркаляционного подхода.

Для этого было выбрано два класса исходных систем - графен, полученный химическим осаждением из газовой фазы, то есть CVD-графен, на подложке никеля и графен, полученный методом термического разложения на карбиде кремния.

Показано, что при 400°С интеркаляция кобальта под графен на никеле происходит в широком диапазоне покрытий. Графен прочно связан с верхним слоем атомов кобальта. Последующее интеркалирование системы кремнием приводит к образованию упорядоченной поверхностной фазы Co3Si со структурой (√3 × √3) R30°, а также силицида Co2Si и твердого раствора CoSi.

Внедрение кремния под графен на никеле, интеркалированный кобальтом или железом, приводит к резкому уменьшению взаимодействия атомов углерода с подложкой, что обуславливает формирование на поверхности квазисвободного графена.

Интеркаляция кобальта или железа под графен на карбиде кремния происходит при напылении металлических пленок на образцы, нагретые до температур 400 – 500°С.

Интеркаляция кобальта или железа и кремния под графен на карбиде кремния и образование их силицидов приводит к переходу от сильной гибридизации к формированию на поверхности системы квазисвободного двухслойного графена за счет трансформации буферного слоя во второй слой графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ 422110700049-4, 07.11.2022

ИНДУЦИРОВАННЫЙ ЕВРОПИЕМ МАГНЕТИЗМ В МАТЕРИАЛАХ И СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА

Работа посвящена разработке методов синтеза и исследованию синтезированных двумерных магнитных материалов на основе графена. Синтез образцов производился методом молекулярно-лучевой эпитаксии на экспериментальной установке Riber Compact 12. Характеризация структурных, магнитных и транспортных свойств производилась посредством: дифракции быстрых электронов, рентгеновской дифрактометрии, просвечивающей электронной микроскопии, растровой электронной микроскопии, СКВИД-магнитометрии, гальваномагнитных измерений, рамановской спектроскопии, рентгеновского магнитного кругового дихроизма.

В ходе работы были разработаны методики синтеза гетероструктуры EuO/графен, а также стехиометрического соединения Eu/графен. В вышеперечисленных структурах получены спин-поляризованные носители заряда в графене с сохранением транспортных свойств графена. В материале Eu/графен обнаружен двумерный ферромагнетизм и сосуществование конкурирующих ферромагнитных и антиферромагнитных состояний. Полученные новые материалы могут быть использованы при создании гетероструктур для устройств спиновой электроники на основе графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ 422060600091-2, 06.06.2022

СИНТЕЗ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР И ДИОКСИДА КРЕМНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОМЕДИЦИНСКИХ СВОЙСТВ

В настоящее время углеродные наноматериалы (фуллерены, нанотрубки, графены) являются одними из наиболее востребованных продуктов нанотехнологии. Наибольший интерес представляет использование фуллеренов для создания новых биомедицинских материалов. Также в качестве основы для создания композитов такого типа может быть использован диоксид кремния. Биосовместимость, высокая удельная поверхность, возможность химического модифицирования поверхности и наличие различных форм диоксида кремния, делают его подходящим компонентом для создания перспективных композитов.

В представленной диссертации впервые разработаны методики синтеза сорбентов на основе диоксида кремния и многослойных углеродных нанотрубок для хроматографического разделения легких фуллеренов; сорбентов на основе диоксида кремния с пироуглеродом для использования в качестве гемосорбентов; композиционных материалов на основе диоксида кремния и водорастворимого производного фуллерена $C_{60}[C(COOH)_2]_3$, и установлено, что они обладают высокой гемосовместимостью и выраженными антиоксидантными свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422062900221-4, 29.06.2022

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НАНОУГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР И ПОЛИАНИЛИНА ДЛЯ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД

Цель работы: разработка композитных наноструктурированных сорбционных материалов на основе наночастиц восстановленного оксида графена, окисленных углеродных нанотрубок и полианилина, модифицированных фенолформальдегидной смолой для очистки водных сред от загрязнений различной химической природы. Разработана методика получения гидрогелевых структур, содержащих наночастицы восстановленного оксида графена, окисленных углеродных нанотрубок и полианилина, с применением фенолформальдегидной смолы в качестве эффективного диспергатора. Разработана методика получения нанокомпозитных гидро-, ксеро-, крио- и аэрогелей. Определено влияние способа обработки гидрогелей для удаления жидкой фазы на параметры пористой структуры получаемых композитов ВОГ/ок-УНТ/ПАНИ/ФФС. Установлено влияние различных способов сушки на сорбционную емкость нанокомпозитов. Максимальная адсорбционная емкость при извлечении тяжелых металлов наблюдается у криогеля (528 мг/г для свинца, 317 мг/г для цинка), при извлечении красителей – у аэрогеля (1950 мг/г по метиленовому синему, 115 мг/г по солнечному желтому). Определено влияние стадии карбонизации на физико-химические характеристики композитов ВОГ/ок-УНТ/ПАНИ/ФФС. Установлено, что при проведении карбонизации меняется структура полученных ранее композитов, величина удельной поверхности увеличивается до 315 $м^2$/г. Установлено влияние карбонизации на сорбционные свойства композитов. Сорбционная емкость карбонизированного аэрогеля достигает 2755 мг/г при извлечении красителя метиленового синего.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422012400027-2, 24.01.2022

ГИБКИЕ МАТЕРИАЛЫ И СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА ДЛЯ МЕМРИСТОРОВ

Мемристор – (от англ. memory – память, и resistor – сопротивление) – двухполюсник в микро- и нано-электронике, способный изменять своё сопротивление. В отличие от широко распространённых транзисторов, у мемристора два контакта, что упрощает его изготовление и использование в электрических схемах. Благодаря этому преимуществу, резистивная память, как тип энергонезависимой памяти следующего поколения, в настоящее время привлекает большое внимание, поскольку рассматривается в качестве перспективной альтернативы существующим видам памяти, и прежде всего флеш-памяти.

Цель диссертационной работы заключалась в разработке новых активных мемристорных структур на основе фторированного графена для устройств наноэлектроники, включая гибкие и печатные структуры.

В диссертации разработаны и исследованы новые композитные материалы и мемристорные структуры на основе фторированного графена, которые демонстрируют стабильные резистивные переключения. Наиболее интересные результаты получены для следующих типов материалов и структур: (а) двухслойные структуры фторированный графен с квантовыми точками графена на пленке поливинилового спирта, (б) пленки из композитного материала на основе фторированного графена с наночастицами V_2O_5, в) наночастицы ядро-оболочка (ядро - V_2O_5, оболочка – фторированный графен) в качестве основы для наномемристора.

Впервые показано, что из композитного материала на основе наночастиц V2O5 капсулированных фторированным графеном формируются мемристоры с биполярными переключениями и рекордно большой величиной изменения проводимости от закрытого состояния в открытое в 109 раз. Для переключения кроссбар структур достаточно импульса напряжения длительностью около 30 нс и амплитудой 2,5 В. Эффект резистивных переключений сохраняется при радиусе изгиба структур до 2,5 мм. Предложена качественная модель эффекта резистивных переключений в мемристорных структурах на основе наночастиц кристаллогидрата V2O5 с последовательно включёнными барьерами из фторированного графена. Установлено, что отдельные наночастицы ядро-оболочка (ядро - наночастица V_2O_5, оболочка - наноплёнка фторированного графена) демонстрируют стабильные биполярные переключения сопротивления величиной до 5-ти порядков.

Показано, что двухслойные мемристорные структуры из поливинилового спирта и плёнки фторированного графена с квантовыми точками графена демонстрируют при переключениях изменение тока на 4-5 порядков. Эффект резистивных переключений сохраняется при радиусе изгиба структур до 1,9 мм. Высокая эффективность переключателей обусловлена участием квантовых точек графена и электрически активных центров на интерфейсе в формировании проводящих каналов под действием электрического поля.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 522101100081-7, 11.10.2022

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В ПЛАЗМЕННЫХ СТРУЯХ ПЛАЗМОТРОНА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Впервые найдены условия для селективного синтеза углеродных нанотрубок, многослойного графена, углеродных нановолокон и онионов в плазменных струях плазмотрона постоянного тока с расширяющимся анодом. Исследованы спектральные характеристики плазменных струй гелия, аргона и азота атмосферного давления с добавками пропана, бутана, метана, ацетилена и этанола в интервале 200 - 1000 нм и по ним определены характеристики плазмы. На основе предложенных моделей химической кинетики процессов конверсии углеводородов в плазме гелия и азота определен механизм образования газовых предшественников углеродных наноструктур с учетом профиля температур, рассчитанного из модели реактора. Исследованы возможные практические применения полученных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-В16-416022570008-9, 25.02.2016

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ОКИСЛЕННЫХ ПРИРОДНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФИТОВ

Исследованы способ химического окисления природных графитов с применением операции гидротермального окисления. влияние значений окислительно-восстановительных потенциалов окисляющей системы на химический состав, кристаллическую структуру и свойства получаемых окисленных графитов, модификации графитов солями металлов (Fe, Ni, Co, Al, Mg, Mo) - на коррозионную агрессивность и электрокаталитическую активность модифицированных окисленных и терморасширенных графитов. Изучены механохимическое воздействие на химический состав, структуру и свойства окисленных графитов, влияние добавки коллоидных растворов на основе ультрадисперсной графитовой фазы в электролитах лужения, никелирования и цинкования на функциональные свойства осаждаемых композиционных покрытий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416040520022-4, 05.04.2016

МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

Объект исследования: активированные углеродные волокна, терморасширенный графит, технический углерод, углеродные нанотрубки, наночастицы металлов висмута и серебра. Цель: разработка металлосодержащих углеродных материалов, которые могут быть использованы в различных областях науки и техники. Исследованы основные закономерности и механизмы сорбции висмута и серебра. Впервые показано, что сорбция висмута имеет сложный механизм и включает физическую адсорбцию, ионный обмен и окислительно-восстановительную адсорбцию. Получены висмутсодержащие углеродные материалы, в структуре которых висмут находится в виде металлических нано- и микрочастиц. Установлено, что висмутсодержащие углеродные материалы обладают высокой бактерицидной активностью. Показано, что в ряду полученных металлосодержащих углеродных материалов исключительно высокой бактерицидной активностью обладает препарат терморасширенного графита с висмутом; зона подавления роста бактерий составила 40 мм. Зоны подавления роста бактерий активированными углеродными волокнами с висмутом, серебром, терморасширенным графитом с серебром находятся в пределах 20 - 25 мм. Обнаружен эффект снижения в 100 раз электрического сопротивления у висмутсодержащих углеродных материалов по сравнению с исходными материалами, намного превосходящий эффект снижения (в 1,5 раза) сопротивления при модификации углеродных материалов серебром. Разработаны несколько методов получения металлосодержащих углеродных волокон. Показаны возможность и эффективность применения висмут- и серебросодержащих углеродных материалов в качестве бактерицидных препаратов. В производственных условиях осуществлена наработка укрупненной партии висмут- и серебросодержащих углеродных волокнистых материалов для фильтров воздухоочистки.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

№ АААА-В18-418011890032-7, 18.01.2018

ФОРМИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА САМООРГАНИЗОВАННЫХ СТРУКТУР И НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СЛОИСТЫХ ПРЕКУРСОРОВ: СУРЬМЫ, ГРАФИТА

Исследованы условия формирования и проведена характеризация самоорганизованных 2D- и 3D-структур и нанокомпозитов из слоистых прекурсоров: сурьмы и графита. Предложена модель межслоевой самосборки структур и композитов в активной среде раствора/расплава за счет локальных взаимодействий 2D-аллотропов слоистых прекурсоров с разным типом и величиной распределенного по поверхности заряда. Обнаружена термодинамическая неустойчивость коллоидного раствора слоистого прекурсора с ковалентным типом межслоевого взаимодействия. Получены 2D-композитные структуры различных морфологий: многослойная структура мультиграфен/сурьма и полиморфная - мультиграфен/нановолокна из слоистых прекурсоров посредством межслоевой самосборки из коллоидных растворов. Впервые получен массив не связанных между собой 3D-сфероидальных структур Sb, InSb, GaSb в диапазоне размеров 10^{-4} – 10^{-6} м в одностадийном процессе кристаллизации из расплава в результате самоорганизации при средних скоростях охлаждения расплава. Идентифицировано строение 3D- сфероидальных структур на основе сурьмы, представляющих собой структуру типа ядро-оболочка. Выявлены функциональные свойства 3D-сфероидальных структур на основе сурьмы, обусловленные различием свойств ядра и оболочки структуры.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В18-418121090020-8, 10.12.2018

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ НЕТКАНОГО ОКИСЛЕННОГО ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА

Разработана технологическая схема получения углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) на основе нетканого окисленного полиакрилонитрила. Показано, что полученные по предложенной технологии композиционные материалы сочетают прочностные свойства традиционных УУКМ с однородной измельченной структурой графитов. Представлены особенности микроструктуры на различных стадиях технологии и результаты исследования свойств армирующих углеродных каркасов и УУКМ на их основе.

Разработчик: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КОМПОЗИТ»

№ АААА-В19-519021190005-5, 11.02.2019

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕРНЫХ ГРУПП В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ

Цель: повышение эффективности процессов плазменного синтеза углеродных наноструктур (УНС) - фуллеренов и нанотрубок - на основе математического моделирования, позволяющего прогнозировать выход конечного продукта. Основным противоречием в рассматриваемой проблеме является то, что исследование сложных процессов плазменного синтеза УНС с учетом их особенностей, кинетики взаимодействия элементов и изменения конфигурации системы взаимосвязано с большими вычислительными затратами, которые должны быть приемлемы для инженерных расчетов. Идея поиска решения проблемы и разрешения противоречия основана на использовании походов математического моделирования, позволяющих описать формирование в плазме УНС на основе образования и роста кластерных групп, и организации параллельных численных расчетов с использованием технологии Nvidia CUDA. Решается комплекс задач по формированию и теоретическому обоснованию концепции моделирования процессов получения различных УНС плазменной возгонкой графита, позволяющих повысить эффективность процессов синтеза УНС за счет рассмотрения свойств кластерных групп; формулируются цели и способы решения задач математического моделирования. Разрабатываются: новый метод математического моделирования процессов при синтезе УНС в низкотемпературной неравновесной плазме, заключающийся в использовании квантово-кинетического подхода и функций распределения частиц с учетом упругих и неупругих столкновений; новые методы и алгоритмы обработки больших объемов данных на основе метода крупных частиц с применением технологий распределенной параллельной обработки. На основании результатов физических и вычислительных экспериментов по исследованию процессов плазменного синтеза УНС дается оценка влияния основных параметров на характеристики и выход конечного продукта. Приводятся методологические основы построения проблемно-ориентированных систем моделирования, мониторинга и управления процессами синтеза УНС плазменной возгонкой графита.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

№ АААА-В19-419061990040-5, 19.06.2019

РАЗРАБОТКА ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ НАНОСТРУКТУР

Цель исследования - разработка способов улучшения электрофизических характеристик полимерных композитов на основе нанодисперсных углеродных модификаторов и титанатов калия с использованием различных видов поверхностной модификации наполнителей и организации специфического распределения наполнителей в структуре нанокомпозита. Исследованы физико-механические характеристики разработанных рецептур эпоксидных композиций, модифицированных нанодисперсными углеродными структурами (МУНТ, сажа, полиграфен, графит) и керамическим наполнителем - гексатитанатом калия, демонстрирующих эффективное влияние на прочность при малых концентрациях. В частности, установлен максимальный эффект при введении окисленных МУНТ совместно с ГТК(АГМ-9) в полиэпоксид в диапазоне от 0,005 до 1% масс., что позволяет добиться значительного увеличения устойчивости к изгибающим напряжениям и ударной вязкости до 159 МПа и 30 кДж/м^2 соответственно. Установлено положительное влияние ПАВ на прочность композиций ОМУНТ/ЭД-20. Разработаны полимерные композиты с двухкомпонентным связующим на основе кристаллизующегося полипропилена и аморфного сополимера этилена с октеном, обеспечивающие избирательную локализацию электропроводящей сажи в структуре нанокомпозита, что приводит к аномально низким перколяционным порогам. Установлено эффективное влияние окисленных МУНТ на электрофизические характеристики относительно нативных МУНТ в эпоксидной матрице, где электропроводность увеличивается с 1×10^{-3} до $2{,}8\times10^{-2}$ См/см. Установлены частотные зависимости электропроводности, их характер и механизм воздействия углеродсодержащих наноструктур на эпоксидные композиции. Количественно установлены уровни порогов перколяции для эпоксидной смолы с МУНТ (0,0024%), полиграфеном (0,011%), графитом (0,124%) и для полимерной смеси с двойной перколяционной сеткой, где для полипропилена (6%), для электропроводящей сажи Printex (0,05%). Определено влияние ГПТК и ПАВ на теплопроводность эпоксидных композиций, наполненных ОМУНТ. Показано что теплопроводность возрастает с 0,311 Вт/м•К до 0,357 Вт/м•К. Определено влияние АГМ-9 на теплопроводность, происходящее за счет взаимодействия аминогрупп аппрета со смолой, установлены уровни теплопроводности других углеродсодержащих наноструктур в отвержденной смоле ЭД-20. Обоснован выбор рецептур электро- и теплопроводных композитов на основе матриц различной природы для решения актуальных прикладных задач создания полимерных радиаторов для электротехники, терморезистивных нагревателей и саморегулирующихся греющих композиций. Выполнен анализ мирового и отечественного рынков производства электротехнических устройств и альтернативных видов радиаторов охлаждения, в результате которого выявлено, что существует высокая потребность в развитии данного направления в РФ и странах СНГ. Исследована перспектива коммерциализации разработанных материалов и изделий на их основе, на основании чего были разработаны прототипы изделий и техническая документация, в том числе технические требования и производственные параметры выпуска изделий для электротехники и электроники. Апробирована в производственных условиях возможность внедрения разработанного теплопроводного материала для производства составной части силового модуля в качестве радиатора отвода тепла.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ АААА-В20-420110590019-6, 05.11.2020

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ТЕРМОРАСШИРЯЮЩИХСЯ СОЕДИНЕНИЙ ГРАФИТА В ОТРАБОТАННОМ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕМ НИТРАТНОМ РАСТВОРЕ

Исследование электрохимического синтеза терморасширяющихся соединений графита в отработанном

медьсодержащем нитратном растворе с одновременным извлечением катионов меди и оценка возможности его применения для крупномасштабного производства.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ АААА-В20-420040990009-3, 09.04.2020

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВЫХ БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ

Цель работы – Разработка и расчет стержневых барабанных мельниц для производства графеносодержащих концентратов. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что движение стержней с периодическим скольжением относительно барабана является колебательным и получены зависимости для расчета амплитуды и частоты колебаний. Предложен новый механизм сдвиговой эксфолиации графита в стержневой барабанной мельнице, получены зависимости для расчета значений нормальных и тангенциальных напряжений, возникающих в частицах графита, которые необходимо обеспечивать при переходе от лабораторных установок к промышленным. Разработана математическая модель процесса жидкофазной сдвиговой эксфолиации графита при скольжении стержней по внутренней поверхности вращающегося барабана. Дано теоретическое и экспериментальное обоснование диапазонов изменения основных режимных и геометрических параметров стержневой барабанной мельницы, получена зависимость для расчета ее производительности по сухим графеновым пластинкам. Предложен способ получения масляных суспензий с графеновыми нанопластинками и стержневая барабанная мельница для его реализации. На базе полученных зависимостей разработана методика расчета производительности и основных режимных и конструктивных параметров стержневой мельницы. Разработан параметрический ряд стержневых мельниц на основе унификации и оптимизации узла измельчающих стержней и привода вращения барабана, изготовлен опытный образец с диаметрами барабанов 140 и 200 мм, который прошел промышленные испытания в ООО «НаноТехЦентр» (г. Тамбов). Работа выполнена в соответствии с ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014 – 2020 годы» (соглашение о предоставлении субсидии от 26 сентября 2016 г. № 14.577.21.0253).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 522051600055-1, 16.05.2022

СИНТЕЗ И МОДИФИКАЦИЯ НАНОВОЛОКНИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГРАФИТОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В диссертационной работе рассмотрены вопросы получения и модификации нановолокнистых углеродных материалов и графитоподобных материалов. Установлены закономерности изменения концентрационных зависимостей композитов на базе нановолокнистых углеродных наполнителей различной структуры, полученных каталитическим пиролизом метана в пилотном виброожиженном реакторе. Получены кинетические зависимости изменения концентрации функциональных групп в процессе синтеза оксида графита по модифицированному методу Хаммерса из искусственного графита. Предложен способ термического восстановления оксида графита, который способен изменять концентрации спиртовых и кетонных групп, оставляя карбоксильные группы неизменными. Получены графитовые нанопластинки в растворителях различной полярности. Получены пористые терморасширенные графиты, обладающие повышенными текстурными характеристиками при температурах 400–600°С. Предложены оригинальные способы химической функционализации многостенных углеродных нанотрубок при использовании сополимеризации малеинового ангидрида с ацетиленом. Показано эффективное использование углеродных материалов в перспективных приложениях: композиты на базе эпоксидных олигомеров, суперконденсаторы, газовые сенсоры.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422110200010-9, 02.11.2022

БЕСПЛАТИНОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПЛАЗМОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ РАСЩЕПЛЕННОГО ГРАФИТА

Объектом исследования диссертации являются электрокатализаторы восстановления кислорода для топливных элементов. Целью работы является разработать метод плазмоэлектрохимического расщепления графита для получения нанокомпозитов, представляющих собой малослойные графеновые структуры, допированные атомами азота и декорированные оксидами переходных металлов, обладающих совокупностью необходимых характеристик для их использования в качестве эффективных бесплатиновых катализаторов восстановления кислорода в катодах топливных элементов. Для достижения поставленной цели было необходимо исследовать расщепление графитовых электродов при воздействии импульсов высоковольтного напряжения; установить корреляцию между физико-химическими характеристиками синтезированных нанокомпозитов и электрокаталитическими параметрами реакции восстановления кислорода, протекающей на электродных материалах на основе таких композитов. В результате работы предложена феноменологическая модель одностадийного плазмоэлектрохимического расщепления графита с образованием малослойных графеновых структур, функционализированных различными кислородсодержащими группами, а также показано, что разработанный метод позволяет получать нанокомпозиты, электродные материалы на основе которых практически не уступают по активности коммерческим платиносодержащим катализаторам и превосходят их по долговременной стабильности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

Национальный стандарт

№ 500-2020, 01.01.2021

НАНОТЕХНОЛОГИИ. ЧАСТЬ 13. ГРАФЕН И ДВУХМЕРНЫЕ (2D) МАТЕРИАЛЫ НА ЕГО ОСНОВЕ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Настоящий стандарт является частью серии документов ISO/TS 80004 и устанавливает термины и определения понятий в области нанотехнологий, относящихся к графену, к двухмерным материалам на его основе, и связанных с ними понятий, включая процессы производства, свойства и характеристики графена и 2D-материалов, методы их определения. Настоящий стандарт предназначен для обеспечения взаимопонимания между организациями и отдельными специалистами, осуществляющими свою деятельность в области нанотехнологий.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И АККРЕДИТАЦИИ «ВНИИНМАШ» (АНО «ВНИИНМАШ»)

Патенты

№ 39-001-18, 01.02.2018

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА

Способ осуществляют следующим образом. В качестве источника для получения графена используется графитовый порошок, частицы которого помещают в электрическое поле между двумя электродами, находящимися в вакууме, при разности потенциалов, достаточной для ожижения частиц (перемещении частиц между электродов с их перезарядкой на электродах), когда qU/d > mg, где q – заряд частицы, U – разность потенциалов электродов, d – межэлектродное расстояние, m – масса частицы, g – ускорение силы тяжести. При каждом пролете межэлектродного промежутка без сопротивления среды в вакууме частица приобретает энергию qU. При этом частицы испытывают точечные удары об электроды, что приводит к их хрупкому разрушению по плоскостям спайности, совершенной для графита, то есть по границам слоев графена. Необходимым условием для этого процесса является достаточность энергии, накопленной частицей перед ударом об электрод qU, для совершения работы по расколу частицы E_{split}. Для выполнения этого условия регулируют величину U – разность потенциалов электродов. Последовательный раскол частиц и их частей приводит к тому, что конечным продуктом процесса являются одиночные листы графена. Условие проведения процесса в вакууме обеспечивает достаточную для раскола энергию частиц и чистоту продукта. Также следует отметить, что графен в свободном состоянии не имеет жесткости и сворачивается в комок. Однако в электрическом поле, имея заряд, лист графена разворачивается и пригоден к дальнейшей обработке (перемещению, разделению по размерам и другим операциям) в том же вакуумном пространстве. В неоднородном электрическом поле, например, при непараллельных электродах, частицы перемещаются также в сторону меньшей напряженности поля. Поэтому для повышения производительности используют загрузку исходного материала в узкой части межэлектродного пространства и выгрузку продукта в его более широкой части.

Разработчик: ЖЕБЕЛЕВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ

№ 68-022-21, 05.10.2021

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Изобретения относятся к химической промышленности и нанотехнологии. Сначала порошок графита интеркалируют концентрированной серной кислотой, затем окисляют персульфатом аммония. Полученный интеркалированный графит подвергают холодному расширению при 40°С в течение 3 ч и последующему механическому отщеплению слоев графена в помольных барабанах планетарной мельницы, заполненных мелющими шарами, в течение 60 мин. Планетарная мельница содержит основание 14, водило 1 с приводом 3 вращения помольных барабанов 5, выполненных в виде цилиндрических обечаек 15 с торцевыми стенками 16 и крышкой 17 для загрузки расширенного графита и выгрузки готового продукта. Барабаны 5 заполнены мелющими шарами. Сопряжение между торцевыми стенками 16 и цилиндрической обечайкой 15 выполнено по радиусу, равному или большему радиуса мелющих шаров. Оси вращения барабанов 5 расположены вертикально либо под углом к оси вращения водила 1. Одна либо обе торцевые стенки 16 помольных барабанов 5 выполнены сферическими. В помольные барабаны 5 загружены дополнительные мелющие шары с диаметром не менее чем на 20% меньше диаметра мелющего шара (dш), и массовая доля которых 0,2–0,5 от общей массы шаров. Повышается производительность процесса получения графенов и графеноподобных материалов, упрощается конструкция планетарной мельницы и обеспечивается стабильность ее работы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 68-015-23, 14.08.2023

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩЕЙ СУСПЕНЗИИ

Изобретение относится к технике получения графеносодержащих суспензий путем сдвиговой эксфолиации графита в жидкости и может быть использовано в различных отраслях промышленности при модифицировании графеном пластичных смазок, эпоксидных смол, бетонов и т.д. Технической задачей настоящего изобретения является повышение эффективности эксфолиации графита и повышении степени преобразования графита в графен. Результатом экспериментальной работы является решение указанной задачи тем, что в устройстве, содержащем статор в виде цилиндрической оболочки с отверстиями для подвода и отвода суспензии, ротор с лопастями, ротор по длине разделен на N участков, и лопасти на каждом последующем участке по окружности смещены по отношению к лопастям на определенный угол, причем по длине ротора между лопастями соседних участков есть зазор размером от 5 до 10 мм. Эффективность предлагаемого способа и устройства для его реализации была проверена экспериментально, путем сравнения с прототипом. В качестве прототипа было использовано устройство, выполненное по прототипу (патент РФ №2737925) с внутренним диаметром статора 42 мм и длиной 180 мм. Ротор имеет четыре радиальных паза, в которых расположены подвижные лопасти. Предлагаемое устройство имело те же размеры, но ротор по длине разделен на три участка, каждый из которых имел длину 54 мм. Расстояния между участками 5 мм, а расстояния между

крайними лопастями и торцевыми стенками 4 мм. Лопасти на каждом участке повернуты относительно лопастей на предыдущем участке на угол φ = 30°, рассчитанный по формуле. Для каждой серии опытов готовили исходную суспензию с концентрацией графита от 10 до 20% в объеме 10 литров. Суспензию подавали в устройство насосом с производительностью от 2 до 4 литров в минуту. После каждых 5 циклов обработки определяли концентрацию графеновых пластин в суспензии. Оказалось, что интенсивность процесса эксфолиации с использованием предлагаемого способа и устройства примерно на 10% выше, чем у прототипа. Кроме этого, на 10–15% больше частиц графита преобразовались в графеновые пластины. https://www.fips.ru/cdfi/fips.dll/ru?ty=29&docid=2777632 Дата обращения 14.08.2023

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 66-030-17, 13.06.2017

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА

Разработан электрохимический способ получения графена, характеризующийся анодной гальваностатической поляризацией титана или циркония с плотностью тока от 0,1 до 3,0 мА.см$^{-2}$ в расплаве хлоридов щелочных металлов, содержащем от 0,1 до 10 мас.% порошка карбида бора при температуре 843–873 К в атмосфере аргона. Предлагаемый способ основан на электрохимическом окислении карбида бора на поверхности титана или циркония в расплавленном электролите, состоящем из галогенидов щелочных металлов. После проведения процесса окисления застывший солевой плав растворяют в дистиллированной воде: тонкие пленки графена находятся на поверхности раствора и могут быть высажены на любую необходимую подложку (металл, диэлектрик, стекло). В зависимости от параметров процесса могут быть получены как однослойные, так и многослойные пленки графена. Морфология образующихся пленок графена может быть тщательно проконтролирована при помощи параметров процесса осаждения: температуры синтеза и плотности приложенного анодного тока. Данный способ позволяет получать бездефектные пленки большой площади, он дешевле и проще известных способов.

Разработчик: ФГБУ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ УРО РАН.

№ 68-021-21, 10.09.2021

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА, РАСТВОРИМОГО В НЕПОЛЯРНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Изобретение относится к технологии графеновых материалов, конкретно к технологии получения графенового материала, растворимого в неполярных органических растворителях и маслах. Изобретение может быть использовано при изготовлении присадок в масла и смазочные материалы. Берут модифицирующие агенты для оксида графена - органические производные амина с жирными группами в количестве от 1 до 20 мас.ч. на 1 мас.ч. графенового углерода. В качестве указанных модифицирующих агентов используют моноэтаноламид растительного масла или октадециламин в виде расплава или раствора в индустриальном масле и смешивают их с водной дисперсией оксида графена до коагуляции оксида графена. Полученный продукт высушивают и термообрабатывают при температуре 120–160°С, в результате чего образуется графен. При необходимости непрореагировавший модифицирующий агент экстрагируют органическим растворителем. Полученный модифицированный графен хорошо диспергируется в неполярных средах, в частности в маслах. Способ прост и не требует специального оборудования или дорогостоящих реагентов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 39-011-23, 18.10.2023

СПОСОБ СБОРКИ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ГРАФЕНА

Изобретение относится к области электротехники, а именно к производству углеродных наноматериалов, которые могут быть использованы для изготовления электродов в суперконденсаторах.

Способ осуществляют следующим образом. В качестве источника для получения материала используются листы графена, помещаемые в электрическое поле между двумя электродами, при разности потенциалов, достаточном для ожижения, когда сила, действующая на частицу со стороны электрического поля $F_e = qU/d$ больше силы тяжести $F_g = mg$, где q – заряд частицы, U – разность потенциалов электродов, d – межэлектродное расстояние, m – масса частицы, g – ускорение силы тяжести. Двумерная решетка графена состоит из правильных шестиугольников со стороной = 0,1418 нм и площадью $5{,}35\cdot10^{-20}$ м^2 по два атома углерода на ячейку. Удельная масса графена на единицу площади при массе одного атома углерода $1.993\cdot10^{-26}$ кг равна $\rho_{gr} = 2\cdot1.993\cdot10^{-26}$ кг/$5{,}35\cdot10^{-20}$ м^2=$7{,}45\cdot10^{-7}$ кг/м^2. Для листа графена площадью S, лежащего на электроде, плотность заряда равна плотности заряда электрода $\sigma=\varepsilon_0 U/d$, где $\varepsilon_0=8.85\cdot10^{-12}$ Ф/м – диэлектрическая проницаемость. Тогда заряд листа графена равен $q=S\sigma=S\varepsilon_0 U/d$. Масса листа графена $m=S\cdot\rho_{gr}$. Условие ожижения листов графена $F_e>F_g$ дает величину необходимой напряженности электрического поля U/d: $(U/d)^2>(\rho_{gr}\cdot g)/\varepsilon_0$, $U/d>0{,}9\cdot10^3$ В/м, которая не зависит от размера листа графена. Эта величина сравнительно мала для обычных значений напряженности электрического поля при электродинамическом ожижении порядка 106 В/м, что говорит о большом диапазоне регулирования процесса. Скорость движения частиц при электродинамическом ожижении зависит от среды, заполняющей межэлектродное пространство. Для газовой среды при атмосферном давлении при малом значении числа Рейнольдса сопротивление среды движению микрочастиц определяется сопротивлением трения, а не сопротивлением формы, причем частицы двигаются с постоянной скоростью. По Ньютону сила сопротивления равна $F_c = \eta\cdot(V/h)\cdot S$, где η – кинематическая вязкость среды, V – скорость частицы, h – толщина пограничного слоя, S – площадь поверхности частицы. Для сферических частиц $S=4\pi r^2$, где r – радиус частицы, $h=2/3r$ и $F_c=6\ \pi\ \eta\ rV$ – формула Стокса. При предположении, что листы графена имеют форму, близкую к диску, можно положить $S=2\pi r^2$, $h=2/3r$ и тогда $F_c = 3\ \pi\ \eta\ rV$. При $F_c = F_e$ постоянная скорость частицы радиуса r равна: $V=(1/3)\cdot(\varepsilon_0/\eta)\cdot r\cdot(U/d)^2$. Т.о., скорость частиц пропорциональна их размерам. Значит, частицы больших размеров будут иметь большую скорость и большую возможность присоединять более мелкие частицы с дальнейшим ростом до агрегатов и макроструктур. Для $U/d=10^6$ В/м и $r=0{,}5\cdot10^{-6}$ м скорость частиц в воздухе составляет $7{,}3\cdot10^{-2}$ м/с. Для эффективного образования макроструктур требуется достаточная концентрация частиц, вовлеченных в процесс электродинамического

ожижения. Математическое моделирование этого процесса и сравнение с экспериментальными данными показало, что при максимальном количестве столкновений частиц, концентрация микрочастиц превышает концентрацию монослоя $N=l/(S_{ср}\cdot d)$, где $S_{ср}$ – средняя площадь частиц. Для $S_{ср} = \pi r^2$, $r = 0{,}5\cdot10^{-6}$ м, $d = 10^{-2}$ м концентрация равна $N = 1{,}21\cdot1014$ м$^{-3}$. Достаточную концентрацию частиц можно получить избыточной подачей исходного материала в межэлектродное пространство, либо выбором электродов специальной формы с неоднородным электрическим полем.

Разработка защищена патентом РФ № 2644579.

Разработчик: ЖЕБЕЛЕВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ

№ 63-013-15, 21.10.2015

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ ПЛЕНОК

Разработанная технология образования нано (микро) - размерных пленок прошла испытания в лаборатории и при эксплуатации ряда машин: авиационных газотурбинных двигателей; двигателей внутреннего сгорания автомобилей, тракторов и других машин; в газомоторных поршневых и роторных компрессорах, в приводах и шпинделях металлорежущих станков; в гидрожидкости АМГ-10 шасси самолетов; в масляных СОТС при нарезании зубчатых колес, при протя-гивании и др. Частицы фторированного графита применяются в виде присадки к смазочным материалам. Присадка совместима с распространенной номенклатурой отечественных и зарубежных масел, гидравлических жидкостей, пластичных смазок и СОТС, эффективно повышает износостойкость, снижает трение и нагрев по сравнению с зарубежными аналогами.

Разработчик: НИЧ ФГБОУ ВПО «САМГТУ»

№ 21-008-17, 26.06.2017

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩЕГО УГЛЕРОДНОГО НАНОМАТЕРИАЛА

Особенностью современных наукоемких технологий является стремление создавать и использовать новые материалы, обладающие, помимо уникальных сочетаний механических, физических и других свойств, способностями активно реагировать на изменение внешних условий или внешнее воздействие (интеллектуальные материалы). Создание углеродного пленочного наноматериала с новыми свойствами, проявляющимися в довольно высоких показателях фоточувстсительности, расширяющего как ассортимент используемых в различных областях техники наноматериалов вообще, так и наноматериалов с высокими показателями фоточувствительности является важным направлением наукоемких технологий. Способ получения пленочного металлсодержащего углеродного наноматериала включает последовательное осаждение на подложку в вакууме металла и графита. Металл осаждают термическим испарением, а графит – испарением импульсным дуговым разрядом и осаждением с помощью компенсированных бестоковых форсгустков углеродной плазмы плотностью 5•1012-1•1013 см$^{-3}$, длительностью 200–600 мкс, частотой следования 1–5 Гц, стимулируемой в процессе осаждения инертным газом в виде потока ионов с энергией 150–2000 эВ, направляемый перпендикулярно потоку форсгустков плазмы. После осаждения осуществляют отжиг подложки в среде азота при температуре 150–500°С в течение 1–10 мин. При этом используют подложку из кремния с собственной проводимостью, а в качестве металла используют металл, выбранный из группы, включающей кадмий; композицию из серебра и никеля; композицию из серебра, никеля и кадмия.

Разработчик: ФГБОУ ВПО «ЧУВАШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.Н. УЛЬЯНОВА»

№ 68-016-23, 31.08.2023

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ КАСКАДНОЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ ГРАФИТА

Устройство для производства графеносодержащих суспензий каскадной эксфолиацией графита Изобретение относится к технике получения графеносодержащих суспензий путем сдвиговой эксфолиации графита в жидкости и может быть использовано в различных отраслях промышленности при модифицировании графеном пластичных смазок, эпоксидных смол, бетонов и т.д. Устройство для производства графеносодержащих суспензий каскадной эксфолиацией графита, включающее емкость исходной суспензии, блок эксфолиации графита, содержащий 5–10 роторных аппаратов, соединенных последовательно таким образом, что отверстие для отвода суспензии каждого предыдущего аппарата соединено с отверстием для подачи суспензии каждого последующего аппарата не позволяет увеличить силу прижатия лопасти к внутренней поверхности статора, без увеличения скорости вращения ротора. Технической задачей настоящего изобретения является увеличение нормальных и касательных усилий в зоне контакта подвижной лопасти с внутренней поверхностью статора при переходе от одного аппарата к другому (следующему в каскаде), а также обеспечение необходимой силы прижатия лопасти к внутренней поверхности статора при уменьшении скорости вращения ротора. Задача решается тем, что в устройстве производства графеносодержащих суспензий каскадной эксфолиацией графита, включающем емкость исходной суспензии, блок эксфолиации графита, содержащий 5–10 роторных аппаратов, соединенных последовательно таким образом, что отверстие для отвода суспензии каждого предыдущего аппарата соединено с отверстием для подачи суспензии каждого последующего аппарата, каждая из подвижных лопастей, расположенных в радиальных пазах ротора, состоит из двух частей, соединенных между собой соединением шип-паз, причем часть лопасти, в которой выполнен паз расположена в радиальном пазу ротора и выполнена из материала с большей удельной плотностью, чем вторая часть лопасти. При выполнении лопастей из двух частей, соединенных между собой соединением шип-паз, часть подвижной лопасти, в которой выполнен паз, расположена в пазу ротора. Согласно формуле изобретения, эта часть лопасти выполнена из материала с большей удельной плотностью, чем вторая часть подвижной лопасти. Кроме этого, эта часть имеет большую толщину. Таким образом, общая масса подвижной лопасти становится больше и, следовательно, на нее действует большая центробежная сила, которая прижимает вторую часть лопасти к внутренней поверхности статора. Сила прижатия кроме радиуса ротора, скорости его вращения и размеров лопасти зависит от материала, из которого выполнены части лопасти. Были проведены сравнения условий в зоне контакта для прототипа и предлагаемого устройства. Устройство-прототип (патент РФ №2720684) имеет статор с внутренним диаметром 42 мм и скорость вращения 2100 с-1. Результаты экспериментов с использованием других регламентов обработки показали, что в конечном итоге, силу прижатия лопасти к внутренней

поверхности статора необходимо увеличивать на 80-100%. При использовании 5 роторных аппаратов, в каждом последующем, надо увеличивать силу прижатия на 15–20%, а при использовании 10 аппаратов достаточно увеличивать силу прижатия на 10%. Меньше 5 аппаратов эффективность эксфолиации ниже, а больше 10 аппаратов, увеличивает стоимость оборудования, без значительного увеличения эффективности. Таким образом, поставленные задачи решены. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2776502&TypeFile=html дата обращения 29.08.2023

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 2798985, 44768

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕНТАЛЬНОГО ИМПЛАНТАТА

Изобретение относится к области медицинской техники, а именно к стоматологии и травматологии, и может быть использовано при разработке дентальных имплантатов. Способ изготовления дентального имплантата, включающий получение заготовки имплантата путем фрезерования титанового прутка, очистку осуществляют за счет помещения заготовки имплантата на специальных держателях в камеру напылительной установки и вакуумизации, плазменным методом осуществляют очистку поверхности, проводится нанесение первого слоя графена, состоящего из соединения титана с углеродом и гидроксиапатита кальция, с одновременным дуговым распылением титанового катода и импульсно-дуговым распылением гидроксиапатита кальция и графитового катода, осуществляется нанесение второго графенового слоя углеродного нанопокрытия по средствам импульсно-дугового распыления графитового катода в условиях конденсации алмазоподобной пленки, стерилизация осуществляется облучением радиоактивным гамма-излучением. При этом перед помещением заготовки имплантата в камеру напылительной установки для последующей очистки плазменным методом ее в вакууме осуществляют очистку заготовки имплантата от загрязнений в трихлоруксусной кислоте CCl_3COOH и соляной кислоте HCl путем подачи паров воды и перхлорэтилена C2Cl4 при температуре от 121 до 151 градусов Цельсия в пропорции 1:1, после очистки в кислотах осуществляют пескоструйную обработку заготовки имплантата смесью частиц из оксида алюминия и графена в соотношении 9:1 в течение 10 минут до появления макрошероховатостей с микроуглублениями размером 2-4 микрона, далее очищают поверхность имплантата от остатков оксида алюминия водным раствором температурой от 40 до 50 градусов Цельсия, содержащим 190,0-200,0 г/л серной кислоты H2SO4, 50,0 г/л персульфата аммония (NH4)2S2O8 и 5г/л диоксида теллура TeO в течение 10-15 минут. Изобретение обеспечивает улучшение биосовместимости и антибактериальных свойств имплантата.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ НАУЧНО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «МЕДПРОМЛАБ»

№ 2797473, 44916

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗОТРОПНОГО ТИТАНОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Изобретение относится к области порошковой металлургии, а именно, к способам получения конструкционных материалов с каркасной структурой, работающих в условиях высоких механических и тепловых нагрузок и может использоваться в авиационной и ракетно-космической промышленности. Способ изготовления изотропного титаноматричного композиционного материала включает нанесение покрытия графеном на порошок титанового сплава в шаровой мельнице и последующее прессование и спекание, при этом покрытие наносят мультиграфеном на порошок титанового сплава размером 100–300 мкм и подвергают горячему изостатическому прессованию при давлении 1500 атм и температуре 800–1100°С в течение 30–60 мин. Изобретение направлено на создание изотропного титаноматричного композиционного материала с каркасной структурой и повышенными механическими свойствами при упрощении и безопасности проведения технологического процесса.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ И ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ» (ФГБУ «ВНИИТС»)

№ 2794890, 44757

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ И СТРУКТУР РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ИЗ ЧЕШУЕК ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА (МУЛЬТИГРАФЕНА)

Изобретение относится к способу формирования электропроводящих слоев и структур различной конфигурации. Способ включает получение суспензии оксида графена путем электрохимического расслоения графита в водном растворе электролита, нанесение, сушку и восстановление до графена тонких слоев и структур на подложке. Способ характеризуется тем, что в качестве электролита используют сульфат аммония с концентрацией 0,15 М, в качестве электрода – графит марки ЭСА-16, при этом нанесение слоев на подложку выполняют путем распыления суспензии в виде микроскопических капель, а восстановление чешуек слабо окисленного графена осуществляют посредством облучения лазерным излучением с длиной волны 474 нм и мощностью 750–810 мВт. Технический результат заключается в получении электропроводящих тонких пленок и структур на основе восстановленного оксида графена с низким удельным электрическим сопротивлением, любой сложной конфигурацией и заданной толщиной.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

№ 2793553, 44729

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ ГРАФИТА

Изобретение относится к получению графеносодержащих суспензий, используемых при модифицировании графеном композитных материалов: масел, смазок, бетонов. Способ

получения графеносодержащих суспензий эксфолиацией графита включает приготовление смеси кристаллического графита с жидкостью, получение исходной графитосодержащей суспензии, подачу исходной графитосодержащей суспензии в устройство эксфолиации, эксфолиацию графита, отвод графеносодержащей суспензии из устройства эксфолиации с помощью насоса. Приготовление смеси кристаллического графита осуществляют с добавлением природного щелока в качестве жидкости. Эксфолиацию графитосодержащей суспензии осуществляют многоциклично с использованием модуля механической эксфолиации графита, включающего буферный танк, одно роторно-коническое устройство эксфолиации с частотой вращения рабочих органов 6240 оборотов в минуту, механический фильтр и насос. Изобретение позволяет повысить эффективность эксфолиации графита, выход малослойного графена, уменьшить вредность и опасность его производства.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ТУЛГУ)

№ 2792903, 44636

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ КАРБИД ТИТАНА, МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

Изобретение относится к металлургии, а именно к способам получения композиционных материалов на основе алюминия или его сплавов с применением самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Способ получения содержащего карбид титана композиционного алюмоматричного материала методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза включает изготовление порошкообразной смеси, ее компактирование и инициирование синтеза. При изготовлении порошкообразной смеси сначала готовят реакционную смесь путем смешивания титансодержащего материала в виде порошков титана или ферротитана с содержанием титана не менее 60% и углеродсодержащего материала в виде графита, сажи, углерода, фуллеренов, нанотрубок, графенов или силицированного графита, затем приготовленную реакционную смесь смешивают с порошком алюминия или алюминиевого сплава, взятые в отношении массы алюминия или алюминиевого сплава к массе реакционной смеси от 1 до 100, при этом при приготовлении реакционной смеси отношение массы титансодержащего материала к массе углеродсодержащего материала составляет от 2 до 8. Также в реакционную смесь могут быть добавлены порошок меди, никеля или их сплавов или порошок хрома, ванадия или ферросплавов на их основе в количестве не менее 3% от массы титансодержащего и углеродсодержащего материалов в реакционной смеси. Полученные материалы характеризуются высокими физико-механическими характеристиками и могут быть подвергнуты переплаву.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 2790846, 44613

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ БЕСКИСЛОРОДНОГО ГРАФЕНА И ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ ИЛИ ЦЕРИЯ

Изобретение относится к химической, космической, военной и медицинской отраслям промышленности и может быть использовано при изготовлении электродов литий-ионных аккумуляторов, электропроводящих и антикоррозионных (нано)покрытий, устройств для хранения данных, гибких преобразователей энергии, суперконденсаторов, транзисторов, (фото)катализаторов, солнечных элементов, сенсорных материалов, топливных элементов и электрохромных устройств, а также материалов медико-биологического назначения. Получают суспензию бескислородного графена сонохимическим методом из синтетического графита в изопропаноле или подкисленной смеси N,N-диметилоктиламин-вода. Отдельно готовят суспензию нанокристаллического оксида алюминия или церия. После этого смешивают полученную суспензию бескислородного графена и оксида одного из указанных металлов. Взаимодействие суспензий проводят при 85-90°С в колбе с дефлегматором, который затем удаляют. Полученный коллоид упаривают при 95-98°С и подвергают термообработке при 400°С. Наноструктурированные композиты на основе бескислородного графена и кристаллитов оксида алюминия или церия представляют собой однофазные порошки.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ИМ. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИМЕТ РАН)

№ 2790356, 44663

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ПЕЧАТНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Изобретение относится к биосовместимым и биоразлагаемым электрохимическим батареям и способу их изготовления. Техническим результатом является получение миниатюрного изделия с меньшей толщиной и повышенной гибкостью. Анод формируют путем нанесения слоя токоприемника на край поверхности подложки, которая является пористой, далее слоя пористого графена на токоприемник и подложку и нанесения слоя гидрогеля на слой графена. Катод формируют путем нанесения слоя токоприемника на поверхность подложки, далее слоя пористого графена на токоприемник и подложку и нанесения слоя цианобактерий на слой графена, а слой гидрогеля наносят на обратную сторону подложки, причем нанесение выполняют каплеструйным методом с поэтапным спеканием каждого нанесенного слоя при температуре 150°С, кроме слоя с цианобактериями. Печатный источник энергии формируют путем объединения анода и катода, причем между ними помещают ионообменную мембрану и анод и катод прилегают к этой мембране слоем гидрогеля.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)»

№ 2790204, 43819

ПРОИЗВОДСТВО И ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЧЕРЕЗ ГАЗОЖИДКОСТНЫЙ МАССООБМЕН И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Изобретения относятся к получению углеродного материала и его использованию. Описан способ получения твердого углеродного материала, включающий: доставку жидкости, содержащей по меньшей мере одно жидкое органическое соединение, в зону реакции реактора; доставку газа, содержащего по меньшей мере одно газообразное органическое соединение, в зону реакции реактора; и индуцирование химической реакции, включающей газожидкостный массообмен между по меньшей мере одним жидким органическим соединением и по меньшей мере одним газообразным органическим соединением, при этом: химическая реакция происходит в зоне реакции реактора; твердый углеродный материал получен реакцией; твердый углеродный материал получен во время реакции в форме дисперсии, включающей твердый углеродный материал, диспергированный в жидкости; химическая реакция является гомогенной реакцией, включающей гомогенную нуклеацию твердого углеродного материала в зоне реакции реактора; химическая реакция не происходит на или в катализаторе; и полученный твердый углеродный материал выбран из группы, содержащей графит, расширенный графит, графитоподобный материал, графен, графеноподобный материал, углеродные пластинки, углеродные нанотрубки, углеродные луковицы, другой углеродный аллотроп, композит, содержащий графен, катионный графен или любую их комбинацию. Описана дисперсия, полученная указанным выше способом. Описано применение твердого углеродного материала, полученного описанным выше способом, в качестве части анода батареи, катода батареи, токопроводящего материала, теплопроводящего материала, смазочной жидкости или теплопроводящей жидкости. Описано применение дисперсии, полученной описанным выше способом, для получения части анода батареи, катода батареи, токопроводящего материала, теплопроводящего материала, смазочной жидкости или теплопроводящей жидкости. Технический результат – получение углеродного материала.

Разработчик: ПЕРФОМАНС НАНОКАРБОН, ИНК.

№ 2788977, 44613

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ БЕСКИСЛОРОДНОГО ГРАФЕНА И ZRO2

Изобретение относится к области нанотехнологий и создания новых наноструктурированных исходных для мелкозернистых керамических материалов широкого спектра назначения. Оно может быть использовано в химической промышленности для производства материалов для суперконденсаторов, (био)сенсоров, топливных элементов, электродов Li-ионных батарей, биотопливных ячеек и светоизлучающих диодов, электро- и фотохромных устройств, (фото)катализаторов, биомедицинской инженерии. Предложен способ получения наноструктурированного композита на основе бескислородного графена и ZrO2, включающий взаимодействие суспензий прокаленного нанокристаллического порошка ZrO2 и бескислородного графена, отличающийся тем, что используется суспензия бескислородного графена, полученного сонохимическим методом из синтетического графита в изопропаноле или в подкисленной смеси N,N-диметилоктиламин-вода, взаимодействие суспензий происходит при температуре 60-65°C и не требуется стадия промывки водой, используется температура прокаливания композита 500°C. Технический результат – предложенный способ позволяет обеспечить формирование композитов в виде наноструктурированных порошков, состоящих из кристаллитов ZrO2 и 2D-листов графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ИМ. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИМЕТ РАН)

№ 2788660, 43487

ПОЛИМЕРНО-НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИИ В ВИДЕ НАНОЧАСТИЦ, СПОСОБ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ ПРИСАДОК ДЛЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изобретение относится к полимерно-неорганическим композициям в виде наночастиц и способам их получения. Предложена полимерно-неорганическая композиция в виде наночастиц, получаемая путем измельчения смеси, содержащей одно или более соединение в виде наночастиц (A), выбранное из группы, состоящей из наночастиц оксида металла, наночастиц нитрида металла, графена, углеродной сажи и их смеси, и одно или более полимерных соединений (B), получаемых посредством полимеризации одного из функциональных мономеров, выбранных из аминоалкил(мет)акрилатов, аминоалкил(мет)акриламидов и виниловых мономеров, содержащих ароматические группы, с продуктом реакции одного или более сложных эфиров (мет)акриловой кислоты и одного или более гидроксилированных гидрогенизированных полибутадиенов, причем весовое соотношение (A) к (B) составляет от 20:1 до 1:5. Предложены также способ получения указанной композиции, ее применение в качестве присадки в смазочные материалы и состав присадки, содержащий указанную композицию. Использование предложенной композиции позволяет получать присадку с улучшенными антифрикционными характеристиками, стабильную в течение длительного времени в смазочном масле и совместимую с другими компонентами смазок.

Разработчик: ЭВОНИК ОПЕРЕЙШЕНС ГМБХ (DE)

№ 2781403, 44532

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА АЛЮМИНИЙ-ГРАФЕН С УЛУЧШЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТЬЮ

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к получению композиционных материалов на основе алюминия. Может использоваться в электротехнической промышленности. Предложен способ получения композитов алюминий-графен с улучшенной пластичностью, включающий отбор фракции алюминиевого порошка с размерами не более 40,0 мкм и смешивание его с порошком терморасширенного графита в соотношениях 99,3-98,8 мас.% порошка алюминия - 0,7-1,2 мас.% терморасширенного графита. Полученную смесь перемешивают и производят микромеханическое расщепление терморасширенного графита путем помола в планетарной мельнице в режиме 400-450 об/мин на протяжении 2,5-3 ч с реверсными циклами продолжительностью 3-5 мин и перерывом для остывания помольной гарнитуры продолжительностью 25-30 мин в

середине процесса. Прессуют заготовки при комнатной температуре и давлении 5,0-5,5 т/см^2 в течение 15-20 мин. Спрессованные заготовки гидростатируют при давлении 1400-1500 атм и подвергают термообработке в вакуумной печи при остаточном давлении менее 0,003 атм при скорости нагрева 7-10 °С/мин, выдержке при максимальной температуре 400-500 °С в течение 1-1,5 ч и остывании вместе с печью. Технический результат – предложенный способ позволяет получить композиты алюминий-графен с улучшенными механическими характеристиками, в первую очередь, с повышенной пластичностью.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО» (ФГАОУ ВО «СПБПУ») (RU)

№ 2781192, 44474

МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА

Изобретение относится к модифицирующей добавке для улучшения эксплуатационных свойств битумов и асфальтобетона, включающей смесь углеродных наноматериалов. Добавка характеризуется тем, что углеродные наноматериалы распределены в матрице нефтяного экстракта марки А и включают одностенные углеродные нанотрубки, многостенные углеродные нанотрубки, графен и углеродные нановолокна при следующем соотношении компонентов, масс. %: одностенные углеродные нанотрубки – 0,01 - 7,5%, многостенные углеродные нанотрубки – 0,01 - 7,5%, графен – 0,01 - 7,5%, углеродные нановолокна – 0,01 - 7,5%, нефтяной экстракт – остальное.

Разработчик: ШВАРЦМАН ДМИТРИЙ ИГОРЕВИЧ (RU), НАПАРТОВИЧ МАКСИМ АНАТОЛЬЕВИЧ (RU), ГЕРШЕВИЧ МАРК ИОСИФОВИЧ (RU)

№ 2778215, 44508

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГИБКИХ И ПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ СТРУКТУР В ПОЛИМЕРЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ И МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Изобретение относится к изготовлению на основе графеноподобных структур, в частности структур из одно- или многослойного графена, или оксида графена, или их модификаций, в полимере гибких и прозрачных компонентов электроники и микроэлектроники: печатных плат, интегральных микросхем, компонентов радиоэлектроники, например радиочастотных идентифицирующих микросхем, гибких прозрачных антенн и других электронных компонентов. Способ получения гибких и прозрачных электронных компонентов на основе графеноподобных структур в полимере согласно изобретению включает следующие этапы: подбор жертвенной подложки, простой – плоской или сложной, содержащей объемные 3D-элементы или обладающей 3D рельефом формы, и создание на ее поверхности зон, катализирующих синтез графеноподобной структуры; синтез графеноподобной структуры в зонах поверхности подложки, катализирующих данный синтез; инкапсуляцию графеноподобной структуры в полимере-носителе непосредственно на подложке; удаление жертвенной подложки и каталитического материала и инкапсулирование синтезированной структуры в объеме полимера-носителя. Изобретение обеспечивает возможность упрощения способа получения графеноподобных структур с высокой степенью структурного совершенства.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СКОЛКОВСКИЙ ИНСТИТУТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ» (СКОЛКОВСКИЙ ИНСТИТУТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ) (RU)

№ 2774678, 44463

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА

Изобретение относится к химической промышленности и может быть использовано при нанесении покрытий на поверхность изделий, предназначенных для машиностроения, авиации, космонавтики, энергетики. В качестве исходных компонентов используют металлосодержащий порошок и оксид графена в объёмном соотношении (1:1)÷(5:1). Размер частиц компонентов в смеси не превышает 100 мкм. Полученную смесь равномерно перемешивают и наносят на изделие методом газотермического напыления. Композиционное покрытие имеет пористость 5-20% и характеризуется высокой адгезией и когезией к материалу покрываемой детали.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИОНХ РАН) (RU)

№ 2794758, 44501

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСКРЕТНО-АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

Изобретение относится к области технологий создания композиционных материалов, а именно к способу формирования в композиционном материале матрицы на основе подвергнутого термическому старению и низкотемпературной карбонизации полимера. Способ получения дискретно-армированного композитного материала по изобретению включает следующие этапы: сушку исходных компонентов, включающих полимер, представляющий собой этиленвинилацетат, или эластомер, представляющий собой бутадиен-нитрильный каучук или его смесь с каменноугольным пеком; функциональный наполнитель, выбранный из карбида кремния, карбида вольфрама, нитрида титана и шунгитового наполнителя или их смесей с графитом, многостенными нанотрубками и техническим углеродом, и/или усиливающий наполнитель, выбранный из углеродных волокон или базальтовых волокон, и вспомогательный компонент, представляющий собой сшивающий агент и/или агент, управляющий протеканием процессов термической деструкции, при этом указанные компоненты распределены в 100 мас.ч. полимерной или эластомерной матрицы в следующем соотношении компонентов в матрице, мас.ч.: функциональный и/или усиливающий наполнитель – 1-1200, вспомогательный компонент – 0,5-50; последующую поверхностную обработку исходных компонентов, включающую, по меньшей мере, одну операцию, выбранную из расшлихтовки, активирования поверхности, вискеризации, подшлихтовки, химической очистки, аппретирования волокнистых наполнителей, поверхностной обработки наполнителей, включающей химическую обработку поверхности с использованием щелочей, кислот, органофункциональных силанов; получение гомогенной смеси путем перемешивания исходных компонентов; формирование заготовки с использованием формовой или бесформовой технологии; вулканизацию заготовки при

температуре 120-220°С и давлении 0,1-10 МПа в течение 5-60 мин или термическую обработку при температурах 170-220°С в течение 1-12 часов или радиационное облучение с дозой облучения 1-35 Мрад; термическую обработку заготовки в среде инертного газа или воздуха, включающую нагрев заготовки до температуры 280-550°С со скоростью 0,01-10°С/мин; охлаждение заготовки до комнатной температуры, при этом до температуры 80°С заготовку охлаждают со скоростью 0,001-2,5°С/мин. Полученные композиционные материалы могут заменять традиционные теплостойкие полимерные материалы и композиты при производстве узлов и деталей машин и приборов, применяться в насосном оборудовании, для изготовления деталей узлов трения, в качестве материалов для химического оборудования, в электродных блоках электрохимических ячеек, в радиаторах электронных устройств.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭЛАСТОКАРБ ТЕХНОЛОДЖИС» (RU)

ГРАФЕН, терморасширенный ГРАФИТ – применение

НИОКТР

№ АААА-А16-116071310052-3, 04.07.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЭМИССИОННЫХ КАТОДОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК

Прогресс в микроэлектронике направлен на повышение функциональной сложности, быстродействия, надежности схем и достигается как за счет уменьшения размеров их элементов, так и посредством использования новых материалов. Графитоподобные наноструктуры (графен, углеродные нанотрубки, нанографиты, наноалмазы) благодаря высокой подвижности носителей тока, инертности к агрессивным средам, механической прочности, радиационной и термической стойкости представляют значительный интерес для развития новой электронной компонентной базы микроволновой электроники и наноэлектроники. Однако приборное применение наноразмерных углеродных структур сдерживается отсутствием промышленной технологии их получения. В связи чрезвычайно актуально развитие методов получения качественных графитоподобных наноструктур, необходимых для изготовления приборов СВЧ-электроники, работающих при повышенных температурах (> 500°С) и частотах (>100 ГГц), создания автоэмиссионных катодов для плоских дисплеев и т.д.

Планируемая работа направлена на улучшение эмиссионных характеристик автоэмиссионных катодов путем применения графитоподобных покрытий субмикронной толщины. Выполнение поставленной цели подразумевает развитие технологии синтеза графитоподобных наноструктур. В качестве метода изготовления пленок планируется применить электродуговое распыление графита с магнитной сепарацией плазмы.

В ходе выполнения темы будут разработаны автоэмиссионные катоды с плотностью токов не менее 1 мА/см^2 и наработкой на отказ не менее 5000 часов. Полученные результаты найдут применение в активно развивающемся направлении в электронике – вакуумной микроэлектронике для разработки следующих приборов: принципиально новые СВЧ-приборы; новые эффективные дисплеи и плоские экраны; миниатюрные источники рентгеновского излучения; принципиально новые процессоры для обработки информации. Отличительный признак перечисленных приборов – возможность работы при повышенных температурах (до 1000 °С).

Разработчик: ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И ПРОБЛЕМ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118030190088-5, 01.03.2018

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ НАНОПРИБОРОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ

Разработка методик послойного количественного анализа методом TOF SIMS примесей (Ag, Au, Ge, Sb, Cu, Fe, Ni, Cr, Na) в структурах микро- и нано-электроники на основе Si/Ge. Анализ структур и материалов методами SEM, TEM, XRD и OS. Нано- и микроструктурирование полупроводников методом ионной имплантации и анализ методами RBS компонентного состава и структурных изменений в результате облучения ионами высоких (до 2 МэВ) энергий. Нелинейные температурные и оптические явления в Si пластине при ламповом нагреве. Влияние эффектов магнитомиграции и магнитохимии на морфологию и функциональные свойства тонкопленочных структур наноэлектроники. Исследование физики процессов роста и магнитного переключения одно и многослойных пленочных наноструктур, и формирование элементов спинтроники на их основе. Функциональные углеродные нанокомпозиты в качестве функциональных слоев хемосенсоров, приборов спинтроники, нанофотоники и элементов памяти. Конструкции и технологии ячеек энергонезависимой электрически перепрограммируемой памяти на самоформирующихся проводящих наноструктурах. Исследования, направленные на определение оптимальных подходов для каждой пары примесь-матрица (Ag, Au, Ge, Cu, Fe, Ni, Cr, Na в кремнии; Sb, в германии) при их анализе методом TOF SIMS. Результаты рентгендифрактометрических исследований образования развитых поверхностей наноразмерных силицидов меди. Разработка методик анализа композиционного элементного состава тонкослойных структур (0,1-3 мкм), в том числе, со скрытыми слоями методом зондового энергодисперсионного рентгеновского анализа (ЭДРА). С использованием разработанных программных комплексов MICROMAG и NEB_MICROMAG будет проведено теоретическое исследование концепции трековой памяти и магнитной логики на доменных стенках в нанопроводах. Будет проведена отработка технологии получения магнито-туннельных переходов на основе многослойных спин-туннельных структур с туннельным диэлектриком MgO. Будут разработаны основы низкочастотной плазмохимической технологии получения диэлектрических слоёв и многослойных структур со встроенными нанокластерами полупроводника. Будут проведены экспериментальные исследования промышленно-масштабируемой технологии электрохимической эксфолиации графитовой фольги (промышленного источника высокочистого графита) с целью получения графена в виде порошка. Будут исследованы явления переноса лития в твердом электролите и определены соответствующие кинетические коэффициенты. Будет собрана экспериментальная установка для нанесения пленок халькогенидов свинца методом горячей стенки и проведены

пробные процессы нанесения. Будут представлены теоретические результаты исследования зависимости параметров термооптических волн переключения, распространяющихся вдоль поверхности кремниевой пластины. Экспериментальное изучение диссипативной самоорганизации дефектных наноструктур в пластине кремния, имплантированной ионами фосфора и кислорода. Экспериментальные результаты по влиянию толщин слоёв TiO_2 и SiO_2 в открытой «сэндвич»-структуре TiN-TiO_2-SiO_2-W на процесс электроформовки.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ К.А. ВАЛИЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118110290078-4, 02.11.2018

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ ПО СОЗДАНИЮ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ С ЭЛЕКТРОННЫМ КОНВЕРТОРОМ И СИСТЕМОЙ ВЫДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ УСТРОЙСТВУ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Целью междисциплинарного Проекта является разработка фундаментальных основ по созданию метаболических преобразователей энергии с электронным конвертором и системой выдачи электрической мощности устройству потребителя. Для создания малогабаритных энергоемких автономных источников питания долговременного действия нового поколения работа в Проекте будет вестись по четырем направлениям: 1. Разработка фундаментальных основ по созданию метаболических преобразователей энергии, включающая в себя разработку физических основ зарядового транспорта в микробных биотопливных элементов и создание микромощных источников электроэнергии на основе метаболизма различных штаммов бактерий рода Gluconobacter, использующих биокаталитические реакции окисления различных субстратов; 2. Разработка и исследование биосовместимых наноуглеродных композитных высокопористых материалов (нанотрубки, пиролитический графит, терморасширенный графит, графен и его соединения совместно с электропроводящими полимерами PANI, PEDOT/PSS) для создания электродных устройств для использования в биоанодах метаболических преобразователей энергии, а также в суперконденсаторах в качестве электродов с большой удельной поверхностью; 3. Разработка и создание электронного DC-DC конвертера, который будет преобразовывать милливольтные, нестандарные и нестабильные выходные напряжения от нетрадиционных источников энергии в стандартное напряжение на основе метода насосного аккумулирования; 4. Разработка, создание и исследование эффективного накопителя энергии с высокой удельной энергоемкостью – суперконденсатора. Для его реализации будут использоваться разработанные наноуглеродные высокопористые композитные материалы и специально подобранные жидкостные и гелевые редокс-электролиты, обеспечивающие высокую фарадаевскую составляющую удельной емкости суперконденсатора.

Результатом комплексных междисциплинарных исследований в Проекте будет разработана работоспособная система накопления энергии от нестабильных источников напряжения различной физической природы, которая может быть использована при разработке автономных микромощных микроэлектронных систем, распределенных сенсорных сетей, в имплантируемых устройствах биомедицинского назначения, а также в робототехнических устройствах различного назначения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А. КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119022090103-0, 10.02.2019

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ АТОМАРНОГО ВОДОРОДА С УГЛЕРОДНЫМИ НАНО- И МИКРОСТРУКТУРАМИ, В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМАМИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Проект посвящен термодинамическому изучению физико-химических взаимодействий атомарного водорода с углеродными нано- и микроструктурами (мультислойные графеновые структуры (в т.ч. «графеновая бумага»), «расширенный» наноструктурированный графит, графитовые нановолокна, многослойные углеродные нанотрубки, углеродные лукообразные наноструктры), в связи с проблемами чистой энергетики для аэрокосмических аппаратов («беспилотники» (БЛА), самолеты и др.).

Задачами проекта являются: 1. Изучение при помощи методов термодесорбционнго, термогравиметрического и термодинамического анализов характеристик и механизмов процессов сорбции и интеркаляции водорода в углеродных нано- и микроструктурах, подвергнутых гидрированию атомами водорода (в водородной плазме и в установке с «надтепловыми» атомами водорода); 2. Определение (при помощи термодинамического анализа полученных и ряда других данных) энергетических характеристик и механизмов химических взаимодействий водорода с поверхностями и границами раздела в изучаемых наноуглеродных системах; 3. Дальнейшее развитие термодинамической теории эффекта (явления) Курдюмова (термоупругое равновесие фаз) и водородного спилловер-эффекта, проявляющихся при интеркаляции водорода высокой плотности в наноуглеродные структуры; 4. Термодинамическое изучение большого массива экспериментальных данных о диффузии, сорбции и интеркаляции водорода в эпитаксиальных графенах, в связи с «открытыми вопросами» о механизмах этих процессов; определение энергетических характеристик механизмов химических взаимодействий водорода с поверхностями и границами раздела в изучаемых наноуглеродных системах; 5. Термодинамическое изучение «открытого вопроса» о получении в работе T.J. Mays et al. (ACS NANO, 2015, Vol. 9, # 8) твердого водорода, интеркалированного в композитный углеродный наноматериал; 6. Термодинамическое изучение возможности интеркаляции водорода высокой плотности в компактированные «расширенные» нанографиты, мультислойные графены и другие углеродные наноструктуры; 7. Создание (на основе систематизации и обобщения полученных в проекте и других результатов исследований) фундаментальной основы (экспериментальные доказательства и физика интеркаляции «обратимого» водорода высокой плотности и чистоты в наноуглеродные структуры) для развития прорывной технологии эффективного и безопасного хранения водорода в углеродных наноматериалах; определение перспектив ее актуальных

применений в области водородной энергетики, в частности, для топливных элементов в аэрокосмических аппаратах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ИМ. И.П. БАРДИНА»

№ АААА-А19-119013090143-4, 28.01.2019

ХИМИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ОСУШЕНИЯ ГАЗОВ

Проект направлен на экспериментальное установление взаимосвязи микроструктуры, химического состава и предыстории получения композиционных мембран на основе оксида графена с их газотранспортными характеристиками, разработку модели протекания постоянных и конденсирующихся газов через такие мембраны и развитие способов направленной модификации мембран для создания высокоэффективных мембранных материалов для осушения газовых смесей.

Для решения задач будет использован междисциплинарный подход, основанный на химическом дизайне наноструктурированых мембран, исследовании их физико-химических характеристик и сопоставлении полученных экспериментальных данных с результатами моделирования. В работе будут сформированы ультратонкие мембраны на основе оксида графена с различным размером частиц, полученных окислением терморасширенного и среднечешуйчатого графита методами Хаммерса и Броди, а также раскрытием нанотрубок. Осаждение селективных слоев будет осуществляться на суппорты анодного оксида алюминия с различным диаметром пор в диапазоне 10-100 нм. Будут установлены ключевые корреляции газотранспортных характеристик с параметрами микроструктуры и химического состава мембран на основе оксида графена. Впервые будут проведены дифракционные operando исследования процессов массопереноса газов и паров воды через мембраны оксида графена при различных градиентах парциальных давлений, полном перепаде давления и температуре. Экспериментальные данные будут сопоставлены с результатами моделирования транспорта молекул воды между слоями и через слой оксида графена полуэмпирическими методами с полной оптимизацией геометрии структуры. Будут установлены ключевые механизмы транспорта и построена модель массопереноса газов в селективных слоях оксида графена.

На основании этих результатов будут разработаны подходы к увеличению проницаемости мембран на основе оксида графена путем модификации межслоевого пространства. Будут сформированы и исследованы мембраны, модифицированные внедрением замещенных фуллеренов между слоями, также мембраны оксида графена с химически связанными слоями и исследована их газопроницаемость в различных внешних условиях.

На основании выполненных фундаментальных исследований будут разработаны методы нанесения оксида графена на гидрофильные полимерные половоконные или трубчатые керамические мембраны с целью создания промышленно-применимых образцов композиционных мембран для осушения газов с плотностью упаковки до 2000 $м^2/м^3$, что определяет актуальность и инновационный потенциал проекта. Будут разработаны и протестированы схемы осушения газов с использованием промышленно-применимых образцов композиционных мембран, а также разработаны рекомендации для промышленного применения мембран на основе оксида графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А19-119102190075-8, 08.07.2019

ЦЕНТР ПРЕВОСХОДСТВА «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА» 2019

В рамках проекта планируется изучение механизмов устойчивости золотистого стафилококка к антибиотикам, обусловленных работой стресс-фактора RsfS в стационарной фазе.

Методом молекулярной биологии ген белка rsfS будет клонирован для получения экспрессионных штаммов и оптимизирован протокол выделения и очистки индивидуальных компонент клетки, а методами структурной биологии (криоэлектронной микроскопии, кристаллографии и спектроскопии ЯМР) будут решены с высоким разрешением структуры как самого стресс-фактора RsfS, так и его комплекса с рибосомой золотистого стафилококка.

Полученные данные позволят подойти к пониманию на атомарном уровне молекулярных механизмов, протекающих в клетке во время стресса и предложить новые мишени для разработки высокоселективных антибиотиков. Будет исследован механизм взаимных переходов интеркаляционных соединений графита разной стадии в образцах, полученных из высоко-ориентированного пиролитического графита. Будет выявлена роль структуры графита на механизм переходов. Будут измерены диэлектрические свойства полимерных композитов на основе эпоксидных смол, содержащих включения оксида графена в полностью эксфолиированном состоянии. Современными методами ЯМР спектроскопии высокого разрешения будут исследованы пептиды и лекарственные препараты в растворах с модельными клеточными мембранами и определены механизмы их взаимодействия.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119101090098-1, 03.10.2019

ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ИНТЕРКАЛЯЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВАНДЕРВААЛЬСОВЫ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ

Редкоземельные элементы (РЗЭ) имеют решающее значение для современной высокотехнологичной промышленности. Такие элементы, как эрбий, европий, самарий, гадолиний и т. д., находят многочисленные применения в самых разных областях, таких как лазеры, электронные дисплеи, смартфоны, радары, светодиоды, высокотемпературные сверхпроводники, оптическое волокно и многие другие. Что еще более важно, особенно в эпоху квантовых вычислений, связи и криптографии, РЗЭ являются основой кубитов (квантовых битов) и квантовых ячеек памяти. С другой стороны, новые двумерные материалы (например, графен) положили начало революции в материаловедении и физике твердого тела как потенциальное решение

многих технологических задач в полупроводниковой промышленности.

В этом проекте предлагается объединить эти передовые материалы. С этой целью в проекте разработается метод контролируемого включения ионов/атомов РЗЭ между слоями двумерных вандерваальсовых кристаллов и гетероструктур с получением новых материалов с функциональностью, заложенной на атомарном уровне. Такие гибридные материалы могут иметь огромный потенциал за счет синергетических эффектов между соседними двумерными слоями и атомами РЗЭ, где электронные, фотонные, структурные и химические явления становятся взаимозависимыми. Воспроизводимое и контролируемое включение РЗЭ в двумерные структуры планируется осуществлять посредством электрохимической интеркаляции ионов РЗЭ в межслойное пространство. Для того чтобы определить оптимальные условия интеркаляции ионов РЗЭ и их электрохимического поведения планируется также тщательное исследование начальных стадий электроосаждения РЗЭ на атомарно-гладких подложках, включая высокоориентированный пиролитический графит и грани монокристаллических электродов. Электрохимическое поведение РЗЭ будет протестировано в различных ионных системах на основе органических ионных жидкостей и глубоких эвтектических растворителей.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120120290048-1, 11.11.2020

НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ БИОСЕНСОРОВ И БИОТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В последнее десятилетие появилось огромное количество данных, связанных с использованием наноматериалов (НМ) в различных областях человеческой деятельности, в том числе и при создании биосенсоров (БС) и биотопливных элементов (БТЭ). Использование НМ в биоэлектрохимических системах приводит к уменьшению сопротивления электродов, облегчению передачи заряда от биорецептора, росту амплитуды полезного сигнала, снижению физического размера устройства и т.п. Использование НМ позволяет создавать электроды, содержащие мембраны с определенными размерами и формой пор, необходимой механической гибкостью, прочностью, улучшенными адгезионными свойствами, гидрофильностью/гидрофобностью, наличием определенных функциональных групп на их поверхности. В то же время следует отметить, что различные типы наночастиц применяют в медицине для усиления бактерицидных свойств материалов, для создания антибактериальных препаратов.

В обзоре будут представлены данные, показывающие влияние различных типов НМ, таких как углеродные нанотрубки и нановолокна, графен, терморасширенный графит, частицы металлов и их оксидов, дендримеры на биорецепторы электрохимических БС и БТЭ, возможность изменения биоэлектрохимических свойств и характеристик бактерий и ферментов под действием НМ определенного вида. В обзоре будут суммированы данные, полученные отечественными и зарубежными учеными о возможных механизмах воздействия наночастиц на биоэлектрохимические свойства рецепторов БС и БТЭ. Также будут представлены данные, полученные на сегодняшний день и показывающие возможность менять свойства наноматериалов за счет их связывания с полимерными материалами; так, например использование полимеров для покрытия нанотрубок позволяет сделать их более биологически инертными и не позволяет реагировать с молекулами внеклеточного матрикса и цитоплазмой клеток, а также изменять растворимость нанотрубок. Будут представлены исследования, связанные с синтезом наночастиц самими бактериями (например, восстановления ионов металлов до наночастиц), что позволяет контролировать их размер и форму, делая, кроме того, процесс получения наночастиц нетоксичным и экономически более выгодным.

В обзор будут включены результаты собственных исследований, связанные с изучением биоэлектрохимических свойств целых клеток и мембранных фракций бактерий Gluconobacter oxydans и Gluconacetobacter sucrofermentas и изменением этих свойств под влиянием многостенных углеродных нанотрубок. Будет рассмотрено практическое применение модифицированных наноматериалами БС и БТЭ для диагностики состояния здоровья человека, в биотехнологии, для охраны окружающей среды.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ПУЩИНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А20-120060890022-4, 26.03.2020

ЦЕНТР ПРЕВОСХОДСТВА «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА» 2020

Биофизическими, молекулярно-биологическими и биохимическими методами будут исследованы молекулярные механизмы действия факторов регуляции трансляции патогенных микроорганизмов и предложены биологические активные пептиды, ингибирующие работу факторов регуляции трансляции на основе установленных пространственных структур рибосом и их функциональных комплексов. Современными методами ЯМР спектроскопии высокого разрешения будут исследованы пептиды и лекарственные препараты в растворах с модельными клеточными мембранами и определены механизмы их взаимодействия. Будет описан механизм образования оксида графена при окислении графита. В частности, будет описана роль воды в механизме реакции.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 121120100206-0, 01.12.2021

РАЗРАБОТКА АРМИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТИ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Целью проекта является разработка и экспериментальное исследование новых трудногорючих армированных полимерных композиционных материалов (АПКМ) на основе эпоксидных смол с добавками фосфорсодержащих антипиренов, а также добавок новых функциональных добавок (окись графита, графен и др.). Трудногорючие АПКМ востребованы в авиационной промышленности, а

также в других отраслях (строительстве, автомобильной, железнодорожный, судостроение и др.).

В проекте будет детально изучен механизм снижения горючести АПКМ добавками антипиренов и разработаны новые модели пиролиза и горения, способные предсказывать основные характеристики (скорость выгорания, температуру материала и пламени, тепловые потоки), определяющие поведение АПКМ при пожаре и при испытании в стандартных тестах на горючесть.

Разработанные модели горения АПКМ позволят увеличить точность оценки рисков при пожаре, а также повысить достоверность предсказания характеристик пожаров на транспорте, внутри и снаружи зданий, а также осуществлять поиск наиболее совершенных материалов и антипиренов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ И ГОРЕНИЯ ИМ. В.В. ВОЕВОДСКОГО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121031100234-2, 16.02.2021

ДЕКОРИРОВАННЫЕ АТОМАМИ МЕТАЛЛОВ ДЕФЕКТНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ЗЕЛЕНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Одним из способов преодоления техногенных экологических угроз является использование источников «чистой» энергии в местах ее интенсивного потребления, в первую очередь – в транспортных системах крупных городов и городских агломераций. Реализация этой возможности упирается в создание устройств, позволяющих накапливать эту энергию в электрической (аккумуляторы) или химической (водородные хранилища) форме с высокой плотностью, недостижимой пока для существующих материалов, способных связывать, удерживать и отдавать носители этой энергии – ионы металлов или молекулы водорода. В этой связи большой интерес вызывают низкоразмерные протяженные формы углерода - квазиодномерные (нанотрубки) и двумерные (графен), благодаря их строению (высокой удельной поверхности) и механической прочности.

Имеющиеся опытные данные показывают, однако, что использование совершенных нанотрубок вместо традиционного графита увеличивает литиевую емкость анодов литиевых батарей, но только на десяток процентов. С другой стороны, имеются противоречивые опытные данные о том, что использование дефектных нанотрубок, полученных с помощью механических и химических воздействий, позволяет увеличить эту емкость до 2-3 раз. Аналогичная ситуация имеет место и для материалов водородных хранилищ, где совершенные поверхности углеродных структур не в состоянии удержать водород при приемлемых для практики термодинамических условиях. Увеличить связь водорода с матрицей возможно за счет создания на ней более активных центров адсорбции – структурных дефектов и/или декора из атомов металлов. В связи со сказанным представляется, что на настоящем этапе исследований является целесообразным изучить, в какой мере указанная модификация поверхности позволит управлять связью «носитель-матрица» и возможно ли за счет этого достичь требуемых на практике показателей плотности запасенной энергии.

Сокращая материальные и временные затраты на выполнение натурных исследований, проект предполагает получение необходимой информации методами компьютерного моделирования материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А20-120082090068-2, 20.09.2022

РАЗРАБОТКА НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ СОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Работа посвящена созданию углеродного аналога сорбенту Tenax для определения летучих органических соединений методом ТД/ГХ/МС. Оптимальный выбор сорбента – ключевой момент при определении летучих нефтяных маркеров в пробах воздуха (или бологически-активных соединений в травяных сборах и т.п.). Tenax не универсальный материал - хуже сорбирует пары воды и разлагается при 350 ºС. С порошковым материалом неудобно работать.

В рамках проекта разрабатывается новый универсальный монолитный сорбент на основе графена со следующими свойствами: материал должен поглощать углеводороды в максимально широком диапазоне химических соединений, в полной мере десорбировать все поглощенные. соединения в процессе термодесорбции, одинаково хорошо работать во всех предполагаемых средах (воздух, вода, т.д.), обладать максимально широким интервалом рабочих температур, быть многоразовым.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А20-120121590042-3, 15.11.2022

РАЗРАБОТКА БИОСЕНСОРА НА ПЛЕНКАХ ГРАФЕНА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ВИРУСОВ (В ТОМ ЧИСЛЕ КОРОНАВИРУСА, COVID-19) В РЕЖИМЕ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА

Целью проекта является разработка устройств для экспресс-детектирования вирусов. Задачами проекта являются разработка и изготовление следующей продукции: чипа для биосенсора на основе пленки графена на SiC; биосенсора на пленках графена для детектирования вирусов; прибора детектирования вирусов, включая коронавирус, на основе биосенсора на пленках графена. Актуальность работы обусловлена необходимостью борьбы с возросшими угрозами вирусных заболеваний.

Ожидаемые результаты проекта состоят в применении пленки графена для детектирования вирусов (в том числе коронавируса, COVID-19) в результате характерных реакций антитело - антиген на поверхности графена в течение не более 1 минуты.

Областью применения продукции проекта является медицинское приборостроение. Планируемыми возможными потребителями продукции проекта являются медицинские

университеты, исследовательские лаборатории, медицинские диагностические центры, клиники и лечебные учреждения.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «НИТРИДНЫЕ КРИСТАЛЛЫ - АЛЮМИНИЙ-Н»

№ AAAA-A19-119020490038-7, 20.04.2022

НОВЫЕ ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАСС УСТРОЙСТВ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

В связи с необходимостью обеспечения постоянно растущих потребностей человечества в энергии, проект направлен на разработку современных высокоэффективных устройств её хранения и предполагает комплексный подход для их реализации на основе различных типов двумерных материалов. Участники проекта имеют огромный опыт работ как в области синтеза и характеризации электродных материалов и электролитов, так и монтажа и исследования электрохимических устройств в целом, что отражено в высокоцитируемых публикациях. Имеющиеся наработки позволят получить и исследовать новые 2D-материалы, такие как модифицированные различным образом производные графена и максенов (слоистых карбидов переходных металлов).

В ходе проекта планируется сфокусироваться на применении полученных материалов для суперконденсаторных сборок с неводными электролитами, а также литий- и натрий-ионных батарей. Структурные особенности упоминаемых фаз и электрохимические свойства сборок на их основе будут подробно изучены с применением самых современных методов исследования: ИК- и КР-спектроскопии, рентгенофазового анализа, ПЭМ ВР, РФЭС, спектроскопии импеданса и др.

Таким образом, научная значимость проекта - достаточно велика, а получаемые результаты будут соответствовать, а, в ряде случаев, и превосходить, мировой уровень. Реализация данного проекта позволит разработать устройства хранения энергии с высокими емкостными, мощностными и эксплуатационными характеристиками, повысить их безопасность.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ AAAA-A19-119071690013-4, 19.10.2022

ПОКОЛЕНИЕ 4+: ПОИСК И РАЗРАБОТКА КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ СО СРЕДНИМ РАБОЧИМ НАПРЯЖЕНИЕМ БОЛЕЕ 4 В

Крайне масштабный и быстро растущий рынок литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) (~20-30 млрд. долл./год) требует постоянного совершенствования технологии – увеличения энергоемкости аккумуляторов, их циклируемости, безопасности, уменьшения стоимости и т.д. Повышение среднего рабочего потенциала единичных ячеек ЛИА является крайне актуальной на сегодняшний день задачей.

В рамках выполнения проекта планируется создание пар «катодный материал-электролит» (при сохранении имеющейся технологии изготовления анода из графита или «жесткого углерода»), обуславливающего стабильное циклирование литий-ионной полуячейки со средним рабочим потенциалом более 4.0 В отн. Li/Li^+.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ AAAA-A16-116012850038-3, 19.01.2016

ТРЕХМЕРНЫЕ СЕТКИ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И ПОЛИГЕТЕРОАРИЛЕНОВ ДЛЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

В настоящее время по причине все большего потребления энергии, истощения углеводородных запасов и глобального потепления все большую актуальность приобретают новые технологии преобразования и сохранения энергии. Суперконденсаторы (СК), также известные как ультраконденсаторы или ионистры, в последние годы привлекают все большую популярность вследствие их высокой плотности мощности, высокой скорости зарядки, длительного времени эксплуатации и безопасности. Однако широкое применение СК ограничивает их низкая емкость (существенно уступающая литий-ионным аккумуляторам) и электрохимическая стабильность. В этой связи разработка новых материалов и подходов к получению суперконденсаторов с высокой удельной емкостью и длительной стабильностью является важной и актуальной задачей.

Представленный проект направлен на решение фундаментальной проблемы создания новых гибридных трехмерных материалов на основе ковалентно связанных графена и полигетероариленов с целью их дальнейшего использования для создания электродов СК. Такой подход позволит с одной стороны предотвратить агрегацию графеновых пластин, что будет способствовать увеличению эффективной площади поверхности электрода, а с другой позволит улучшить его термические и механические характеристики.

Проект направлен на решение следующих задач:

- Получение термостойких полигетероариленов (полибензимидазолов, полибензоксазолов, поли(бензоилен-бис-бензимидазолов) поли(нафтоилен-бис-бензимидазолов)) различной молекулярной массы с концевыми о-диаминными или о-гидроксиаминными группами на основе широкого круга мономеров.

- Оптимизация синтеза оксида графена с целью получения целевого материала с необходимой степенью функционализации.

- Изучение процесса получения трехмерных сеток совместной поликонденсацией оксида графена с телехелевыми полигетероариленами.

- Установление электрофизических, термических, физико-механических, и др. свойств материалов.

- Исследование электрохимических характеристик полученных трехмерных сеток.

- Оценка влияния соотношения компонентов, молекулярной массы полигетероарилена, степени сшивки на электрохи-

мические свойства электродов на основе полученных гибридных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ БАЙКАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116110250007-8, 27.10.2016

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ С УЧАСТИЕМ ГРАФЕНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ЗАПАСАНИЯ ЭНЕРГИИ

Проект направлен на решение фундаментальной задачи — определение механизмов и скоростей процессов электрохимического окисления-восстановления функциональных групп на поверхности графена (оксида графена и восстановленного оксида графена) в апротонных средах. Эта задача занимает важное место в фундаментальной проблеме выявления активной роли новых электродных материалов в электрохимических процессах. Понимание этой роли в дальнейшем позволит создавать электрохимические накопители энергии с более высокой удельной энергией и мощностью.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А16-116052050025-7, 26.04.2016

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ БИОСЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР И ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект направлен на разработку и создание высокочувствительных биологических сенсоров на основе полупроводниковых наногетероструктур и двумерных материалов, предназначенных для использования в научных и фармацевтических исследованиях, а также проведения высокоточной медицинской диагностики заболеваний на ранних стадиях. Детектирующий принцип разрабатываемых сенсоров основан на явлении возбуждения поверхностного плазмонного резонанса в тонких металлических пленках.

Перспективным решением проблемы повышения чувствительности разрабатываемых сенсоров является использование тонкопленочных наноструктур на основе полупроводников, включая полупроводниковые наногетероструктуры, двумерных материалов, таких как графен, оксид графена, полупроводниковых двумерных материалов (дисульфид молибдена, дисульфид вольфрама, диселенид молибдена и др.), а также диэлектриков. Ожидается, что использование полупроводниковых наногетероструктур и двумерных материалов в биосенсорах на основе поверхностного плазмоннного резонанса повысит чувствительность биодетектирования на два-три порядка и позволит использовать разрабатываемые биосенсоры для анализа взаимодействия низкомолекулярных лигандов с крупными биологическими объектами, а также для медицинской диагностики опасных заболеваний на ранних стадиях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А16-116053150078-9, 25.05.2016

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОТИПОВ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПАНЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Проект направлен на разработку и создание новых типов высокоэффективных солнечных элементов на основе графена и его производных. Будет разработан новый класс графен-содержащих сенсибилизированных металло-оксидных солнечных элементов - GDSC (graphene-based dye-sensitized solar cells). Работа будет проводиться по трем основным направлениям: (1) разработка и исследование графен-содержащих металло-оксидных мезоскопических абсорберов (фотоэлектродов) и создание на их основе нового класса солнечных элементов GDSC, (2) использование производных графена для создания безплатиновых противоэлектродов для GDSC, (3) разработка новых эффективных сенсибилизаторов для GDSC на основе графен-содержащих материалов.

Для достижения поставленных целей в разрабатываемых графен-содержащих абсорберах, противоэлектродах и сенсибилизаторах будет проводиться комплексное исследование структурных, микроскопических, оптических и фотоэлектрических свойств с использованием методов SEM и TEM-микроскопии, рентгеноструктурного анализа, оптической UV-VIS, ИК- и Рамановской спектроскопии. Разработанные графен-содержащие материалы будут использованы для конструирования трех серий солнечных элементов типа GDSC на основе: (1) графеновых абсорберов; (2) графеновых противоэлектродов; (3) графеновых сенсибилизаторов. Для разработанный СЭ типа GDSC будут проведены измерения спектров действия фототока (IPCE), вольт-амперных характеристик, как в стандартных условиях AM1.5 (1000 Вт/м^2), так и при изменении интенсивности светового потока в диапазоне 10–1000 Вт/м^2. Теоретический анализ фундаментальных процессов фотоиндуцированного разделения и транспорта носителей зарядов будет проведен на основе данных по исследованию проводимости графен-содержащих материалов методом импеданс-спектроскопии и анализа положения энергетических зон на границах разделов отдельных компонентов СЭ типа GDSC с использованием данных рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS).

В результате будут получены новые типы сенсибилизированных солнечных элементов на основе графена (GDSC) с эффективностью ~ 15%. Предусматривается также создание прототипов солнечных панелей GDSC и проведение их испытаний в естественных условиях на открытом воздухе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116011810028-9, 30.12.2015

СЕНСОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО НОСА

НИР направлена на создание сенсорных элементов на основе оксида графена для электронного носа, применение которого перспективно в пищевой промышленности, медицине, криминалистике, для анализа состояния окружающей среды и в робототехнике. В результате выполнения НИР будут разработаны подходы для получения оксида графена с заданной химической структурой, установлены закономерности между химическим строением оксида графена и его электрическим сопротивлением, в том числе с учетом пространственной неоднородности распределения проводящих свойств оксида графена, изучено влияние адсорбции молекул с различным химическим строением на электрическую проводимость оксида графена. Для выполнения НИР будут применены методы сканирующей зондовой микроскопии и литографии: локальное анодное окисление, атомно-силовая микроскопия и сканирующая резистивная микроскопия.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИМ. А.Н. НЕСМЕЯНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116070610031-8, 23.06.2016

ПЛАЗМОННЫЕ ИСТОЧНИКИ И ДЕТЕКТОРЫ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В рамках проекта будет теоретически и экспериментально исследован новый класс приборов для генерации и детектирования ТГц излучения, основанный на возбуждении плазмонов в гетероструктурах из графена и родственных слоистых материалов. Подобные композитныематериалы, иначе называемые ван-дер-ваальсовыми гетероструктурами, обладают рядомуникальных свойств, способствующих возбуждению терагерцовых плазмонов. Будет разработанотри типа приборов: (1) источники и детекторы терагерцового излучения на основе графеновыхполевых транзисторов, (2) квантовые каскадные лазеры и спазеры на основе ван-дер-ваальсовыхгетероструктур, (3) терагерцовые инжекционные лазеры на основе модификаций графена, обладающих небольшой запрещенной зоной.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А16-116040410051-1, 29.03.2016

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ И ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В НАНОХИМИИ, ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ И ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Получение и исследование новых радиофармпрепаратов для ранней диагностики и эффективной терапии онкологических заболеваний. Разработка научных основ получения больших количеств этих радионуклидов, исследование условий их хелатирования, а также in vivo и in vitro стабильности препаратов на их основе. Разработка методов синтеза новых материалов на основе оксидов графена и наночастиц оксидов металлов для эффективного извлечения радионуклидов тяжелых металлов. Изучение закономерностей трансформации физико-химических форм долгоживущих актинидов, их миграции в различных условиях. Детальная разработка концептуальной модели поведения плутония в подземных системах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А16-116011450027-4, 03.01.2016

ЛЕГИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ И ЛЕГИРОВАННЫЙ ГРАФЕН ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИКИ

Два наноуглеродных материала – одностенные углеродные нанотрубки и графен - с первых дней своего открытия рассматривались как перспективные наноматериалы, обладающие уникальными свойствами, диктуемыми их одно- и двухмерностью. Сегодня эти материалы уже являются основой моделей и устройств в наноэлектронике, вакуумной электронике, сенсорах и т.д. В данном проекте усилия исследователей будут сосредоточены на создании пассивных и активных нелинейно-оптических элементов на основе этих материалов и всесторонней характеризации их свойств. Основой новой физики легированного графена является возможность контролируемого (степенью легирования) сдвига уровня Ферми в валентную зону. Энергия электронов в одностенных нанотрубках описывается теми же дисперсионными соотношениями, что и в графене, но с учетом правил отбора, накладываемых геометрией нанотрубки. Благодаря сдвигу уровня Ферми, можно опустошить основное электронное состояние в нанотрубках, что должно способствовать реализации инверсии населенностей.

В рамках проекта будут сформированы суспензии и пленки из одностенных углеродных нанотрубок одной геометрии, легированных различными веществами (с использованием 3х подходов). Будет зарегистрирована фотолюминесценция из легированных нанотрубок. Будут проведены эксперименты по наблюдению усиления люминесценции. Будут разработаны подходы для создания активных лазерных элементов на основе легированных нанотрубок. Теоретические расчеты продемонстрировали увеличение оптической нелинейности второго и третьего порядка в легированном графене. Тот же эффект должен наблюдаться и в легированных нанотрубках. Будут проведены эксперименты по генерации второй гармоники и измерению насыщающегося поглощения (определяемого нелинейностью третьего порядка) в легированном графене и в легированных нанотрубках. Такие компактные нелинейно-оптические элементы могут стать очень перспективными при создании «on-chip» лазеров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А16-116070410059-4, 24.06.2016

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО РЕГЕНЕРИРУЕМОГО СЕНСОРА НА ОСНОВЕ АПТАМЕР-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МАРКЕРОВ ВИРУСОВ

Объект исследования – пленки графена и оксида графена на гибких полимерных подложках. Основной целью исследования является разработка и исследование технологических основ модификации поверхности графеновых наноматериалов специфичными аптамерами для детектирования содержания вирусов в крови, обеспечивающих переход к созданию новых быстродействующих селективных биологических сенсорах.

В работе будет выполнен анализ методов связывания аптамеров с графеновыми наноматериалами. Будет выбран оптимальный метод связывания и его модификация под конструкцию сенсора. Будет разработана конструкция биосенсора, проведены исследования его электрофизических параметров и испытания на чувствительность к белкам.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

№ АААА-А16-116012850099-4, 21.01.2016

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ БИОСЕНСОРНЫЕ ЧИПЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДРУГИХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОМПАКТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Проект направлен на разработку компактных высокочувствительных биологических сенсоров, встраиваемых в современную электронику, для использования в качестве элементов диагностики в портативных устройствах, например, смартфонах, носимой электронике и др. Несмотря на успехи в разработке биосенсоров, они остаются довольно габаритными для встраивания в электронные схемы и миниатюрные устройства. Одним из наиболее перспективных решений этой проблемы является использование принципов нанофотоники и наноплазмоники в сочетании с применением новых углеродных материалов, таких как графен и оксид графена, а также ряда других двумерных материалов.

Оптические и химические свойства графена и оксида графена хорошо изучены и стоит отметить такие их уникальные характеристики, как высокую и регулируемую прозрачность в оптической области спектра излучения, а также высокую химическую активность по отношению к широкому классу химических и биологических молекул. Тонкие пленки на основе графена и оксида графена могут быть использованы в качестве связующих слоев для детектирующих поверхностей биосенсоров, основанных на поверхностном плазмонном резонансе и различных схемах с микро- и наноразмерными плазмонными волноводами, основанных на обнаружении биомолекул в области ближнего поля, что позволит значительно повысить чувствительность детектирования. В наиболее перспективном варианте с точки зрения применений разрабатываемые схемы могут быть реализованы на основе технологии лаборатория на чипе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А16-116020950016-5, 03.02.2016

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ ДЛЯ ПРЕДКОНЦЕНТРИРОВАНИЯ И НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ОПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ОБЛАСТИ БИОМЕДИЦИНЫ И ЭКОЛОГИИ

Спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния (ГКР) – уникальный ультрачувствительный метод анализа следовых количеств веществ, основанный на использовании искусственно созданных наноструктур благородных металлов, что обеспечивает широкую применимость данного подхода в различных областях.

В проекте предполагается разработка оригинальных методов синтеза новых типов нанокомпозитов с возможностью предконцентрирования аналитов, высокой стабильностью и площадью рабочей поверхности для резкого увеличения чувствительности и точности неразрушающего анализа в жидких и газообразных средах с использованием спектроскопии ГКР. Основной идеей проекта является независимый контроль оптических свойств наноструктур, которые определяли бы возможность возникновения ГКР, и микрочастиц – носителей, предопределяющих дополнительные требуемые свойства, например, контролируемую пористость или наличие функциональных групп. Для обеспечения практической применимости подобных материалов будут разработаны различные подходы – смещение и расширение полосы плазмонного резонанса за счет формирования анизотропных наночастиц на поверхности диоксида кремния или модифицированного оксида графена, комбинация ГКР активности нанокомпозита и использование хромотографических подходов, позволяющих концентрировать и пространственно разделять смеси аналитов. В качестве синтетических приемов планируется создание хемотропных гелей на основе графеновых строительных блоков, формирование мезопористых структур при использовании темплатных методов синтеза.

В проекте будут установлены фундаментальные зависимости между условиями получения нанокомпозитов, их структуорй и функциональными свойствами, предложены подходы по практическому применению разработанных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А16-116110710070-9, 04.11.2016

НАСЫЩАЮЩИЕСЯ ПОГЛОТИТЕЛИ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛАЗЕРОВ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ

Основой подход данного проекта основан на объединении двух передовых технологий: волоконной оптики и наноуглеродных материалов, для создания компактного волоконного лазера генерирующего фемто- субпикосекндные импульсы. В частности, в связи с необычной электронной структурой и низкой размерностью графена и углеродных

нанотрубок эти современные материалы демонстрируют высокую оптическую нелинейность в широком спектральном диапазоне, сверхбыструю динамику носителей заряда и высокую лучевую стойкость. Перечисленные выше оптические свойства наноуглерода отвечают требованиям к материалам, применяемым для синхронизации мод в волоконных лазерах. Принимая во внимание сравнительно простые и дешевые технологии производства графена и нанотрубок, а также возможность внедрения этих материалов непосредственно в оптоволоконную схему (нанесением материала на торец волокна или коннектор) без использования дополнительных оптических элементов, ставка в проекте делается на значительное упрощение существующей технологии построения волоконных лазерных систем.

Проект нацелен продемонстрировать лабораторный образец принципиально новой компактной и относительно дешевой лазерной системы пригодной для широкого круга применений. В предыдущих работах участники данного проекта уже продемонстрировали успешное применение полимерных пленок содержащих одностенные углеродные нанотрубки для генерации ультракоротких импульсов в нескольких видах твердотельных и волоконных лазеров, работающих в ближнем ИК диапазоне. Кроме того, участниками проекта были проведены обширные исследования свойств графена и композитных материалов на основе графена и углеродных нанотрубок с использованием различных методов оптической и лазерной спектроскопии (включая исследования динамики нелинейного поглощения в диапазоне длин волн 800-2000 нм). Результаты спектроскопии подтверждают перспективность использования данных материалов для создания компактного волоконного лазера.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А16-116071210011-1, 30.06.2016

УПРАВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫМИ ПЛАЗМОН - ПОЛЯРИТОНАМИ В НАНОСТРУКТУРАХ ПРИ ВНЕШНИХ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЯХ

Проект направлен на разработку новых физических принципов наноразмерных устройств обработки и хранения информации. Исследования будут сконцентрированы на моделировании оптических свойств наноструктур на основе графена и магнитных материалов и возможности управления спиновым и орбитальным моментами плазмонов в указанных наноструктурах при помощи статических и динамических напряжений.

Задачами проекта являются теоретические исследования и компьютерное моделирование процессов распространения поверхностных плазмон-поляритонов в различных наноструктурах содержащих графен и магнитооптические материалы. Предполагается исследовать асимметричные оптические и плазмонные свойства цилиндрических нанопроводов, оптических волокон с покрытием, планарных структур типа металл – магнитный диэлектрик - графен при наличии в указанных структурах внешних напряжений. Будут также исследованы особенности магнитных полей, спинового и орбитального моментов света, распространяющегося в рассматриваемых структурах и возможность контролируемого изменения указанных свойств при помощи внешних напряжений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А16-116020110078-3, 18.01.2016

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОЧЕРНИЛ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ МЕТОДОМ СТРУЙНОЙ 2D ПЕЧАТИ

Проект направлен на разработку оригинальных методик создания наночернил на основе графена и оксида графена, пригодных для печати элементов микроэлектронных устройств, в частности, токопроводящей разводки и резисторов. В работе планируется разработать методики синтеза высококонцентриванных дисперсий графена и оксида графена, изучить полученные объекты современным комплексом методов физико-химического анализа. В рамках проекта полученные наночернила будут адаптированы для печати элементов гибкой электроники на высокотехнологичном 2D струйном принтере Dimatix Materials Printer 2831.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116020210148-2, 13.01.2016

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С РЕКОРДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР: РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ

Задачей проекта является проверка принципиально новой научной идеи, позволяющей на порядок повысить эффективность термоэлектрического генератора (ТЭГ). Как известно, эффективность ТЭГ определяется величиной $Z = S2\sigma/\chi$, где S - коэффициент термоэдс – коэффициент Зеебека, а σ и χ – коэффициенты электо и теплопроводности соответственно. Основными проблемами выбора – термоэлектрического функционального материала являются, первое, это повышение S, а, второе, понижение χ без одновременного повышения σ. Новая идея состоит в использовании для повышения S эффекта увлечения электронов потоком тепла – фононами, а для уменьшения χ рассеяния тепла – фононов на границе металл –диэлектрик в композите, когда прямо пропорциональная связь χ с σ отсутствует.

Уникальным материалом, в котором реализуется предложенная идея, является углеродная наноструктура, которая состоит из области с sp^2 гибридизацией атомов углерода, графитоподобные области с металлическими свойствами, так и области с sp^3 гибридизацией атомов углерода, алмазоподобные области с диэлектрическими свойствами. В такой наноструктуре реализуются, как эффект увлечения электронов баллистическими – не сталкивающимися друг с другом фононами, так и эффект уменьшение теплопроводности за счет теплопередачи на границах с различным типом гибридизации электронных

оболочек. В идеальных условиях это позволяет достичь величины ZT = 150. Конструкция лабораторного макета термоэлемента, которую предполагается разработать, представляет собой чередующиеся слои с sp^2 и sp^3 типом гибридизации электронных оболочек атомов углерода. Основной вклад в термоэдс в такой конструкции дает не обычный диффузионный механизм, а на порядок более эффективный процесс увлечение электронов потоком тепла – баллистическими фононами. В тоже время рассеяния тепла на границах sp^2/sp^3 областей существенно понижает теплопроводность. Совместное действие этих двух эффектов и должно приводить к увеличению в идеальных условиях параметра ZT в 100 раз. Прогресс в области технологии роста углеродных наноструктур методом химического осаждения из газовой фазы (CVD технологии), развитие методов контроля параметров слоев на атомном уровне, приобретенный опыт в развитии технологии и изучении алмазных наночастиц и графена позволяет приступить к практической реализации новой идеи.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116053010094-2, 27.05.2016

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА ОСНОВЕ АКУСТОСТИМУЛИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ГРАФЕНЕ

Проект направлен на развитие альтернативной энергетики, связанной с использованием энергии солнца. Для увеличения КПД современных солнечных элементов, котрый достигает 10-20 %, требуется поиск новых подходов и решений для эффективного преобразования солнечной энергии в электрическую. Графен является потенциально привлекательным материалом для фотовольтаики. Он поглащает электромагнитное излучение в широком диапазоне частот, от инфракрасного до микроволнового и терагерцового. Недостатком является низкий процент поглощаемого света, примерно 2,3 % на монослой графена. Эту проблему предполагается решать, комбинируя графен с металлическими плазмонными наноструктурами, либо с полупроводниковыми наноточками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОСОБОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116042510039-2, 20.04.2016

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ МАКЕТА СЕНСОРА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ, ИЗГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛЕНОК ГРАФЕНА НА ПОДЛОЖКАХ КАРБИДА КРЕМНИЯ

В последние годы усилился интерес к получению и исследованию планарных наноуглеродных слоев (графена). Графен (англ. graphene), двумерный кристалл, состоящий из одного (или нескольких) слоев атомов углерода, соединённых посредством sp^2, связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку. Среди достоинств графена можно отметить высокую подвижность носителей тока (~10^4 $см^2/(В*с)$) при комнатной температуре, высокую механическую прочность, сочетание прозрачности и низкого электрического сопротивления. Данные слои стабильны при комнатной температуре на воздухе, и могут быть использованы для создания нанотранзисторов. Использование графена в качестве основы компонентной базы будущей наноэлектроники позволит преодолеть ограничения, свойственные традиционной кремниевой электронике и касающиеся степени миниатюризации и энергопотребления устройств. Фирма INTEL рассматривает графен как одну из возможных основ микроэлектроники будущего и как возможную замену кремния в интегральных микросхемах. Одним из наиболее близких к практическому применению приборов на основе графена является сенсор газообразных токсичных веществ. Использование графена позволяет достигнуть превосходящей все остальные материалы чувствительности – до одной частицы на миллиард (1 ppb). Этот прибор сочетает в себе относительную простоту изготовления с широким спектром возможного применения. Анализ работ по методам получения графена показал, что наиболее перспективными технологиями для создания приборов электроники является термодеструкция поверхности карбида кремния и осаждение из газовой фазы (CVD). Хотя, получаемые по этим технологиям пленки имеют меньшую подвижность, чем пленки, полученные «отшелушиванием», они обладают заранее предсказуемыми размерами и гораздо лучше согласуются с существующими линейками изготовления полупроводниковых приборов.

В результате реализации работ будет разработана конструкция сенсора газообразных токсичных веществ, исследована чувствительность сенсора к различным газообразным токсичным веществам, определены пределы чувствительности и зависимости проводимости графеновых пленок на карбиде кремния от величины адсорбированных молекул на его поверхности.На основе полученных экспериментальных данных будет сделано заключение о возможности промышленного применения сенсоров газообразных токсичных веществ на основе графена. Таким образом, целью настоящей работы будет создание на основе пленок графена, выращенных на монокристаллическом карбиде кремния, сенсора газообразных токсичных веществ для регистрации токсичных газов и разработка портативного высокочувствительного газоанализатора на основе данного сенсора.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭПИГРАФ»

№ АААА-А16-116020350229-5, 12.01.2016

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Графен – это двумерный кристалл с уникально высокой подвижностью носителей заряда, что делает его одним из наиболее перспективных новых материалов для оптоэлектроники и фотоники. Благодаря нулевой ширине запрещенной зоны графен способен поглощать электромагнитное излучение любой частоты. Существенным недостатком фотодетекторов на основе графена является низкая квантовая эффективность, связанная с практически абсолютной прозрачностью в видимо диапазоне (поглощается более 2.3% падающей волны).

В данном проекте предлагается использовать эффект плазмонного резонанса для увеличения эффективности взаимодействия между электронной системой графена и падающим излучением. Введение структурных дефектов позволит направлено регулировать положение и ширину максимума поглощения и плазмонных пиков, сдвигая область работы фотодетектора в область ближнего ультрафиолетового излучения и видимого диапазона. Для решения задач проекта будут использованы методы квантовой химии в рамках теории функционала плотности.

Будут исследованы закономерности изменения электронных и оптических свойств при введении вакансионных дефектов и дефектов упаковки. Кроме того, будут рассчитаны изменения в электронных и плазмонных характеристиках графена, декорированного полупроводниковыми наночастицами CdS и PbS. Проведенное исследование, как ожидается, позволит определить, какая геометрия является наиболее предпочтительной для применения графеновых материалов в фотодетекторах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А16-116052710066-5, 13.05.2016

КАТОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЛИТИЙ-СЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Целью предлагаемого проекта является разработка основ технологи синтеза нового катодного материала на основе графена и серы, позволяющего существенно улучшить функциональные характеристики литий-серных аккумуляторов. Главная новизна проекта заключается в том, что реализация катодного материала с требуемыми структурными и функциональными свойствами основывается на использовании наночастиц серы, инкапсулированных в матрицу из восстановленного оксида графена. С целью повышения эффективности нового катодного материала необходимо проведение исследований, связанных с изучением его физических и физико-химических свойств. Такие исследования также позволят отработать ключевые технологические параметры синтеза нового материала. Основной подход к решению поставленных задач будет складываться из поиска и изучения корреляций между структурными и функциональными свойствами материала.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА», НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ Д.В. СКОБЕЛЬЦЫНА

№ АААА-А16-116060710011-0, 30.05.2016

ЭЛЕКТРОПРОПРОВОДЯЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ И 2D-НАНОРАЗМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ТАНДЕМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Проект направлен на создание новых электропроводящих полимерных композитов для использования в качестве соединительного слоя в тандемных солнечных элементах (ТСЭ). Необходимые электрофизические и оптические свойства новых композитов достигаются благодаря включению в их состав 2D наноструктур графена (окисленного графена) или графеноподобной наноструктуры дисульфида металла (Mo, W). Для достижения цели будут использованы разработанные исполнителями проекта оригинальные методы синтеза полимерных комплексов из электропроводящего полимера (полиэтилендиокситиофен, полианилина) и полисульфокислоты различного строения. Будут изучены различные способы формирования полимерных композитов с 2D наноструктурами, методы нанесения композитных слоев наноразмерной толщины, установлена корреляция между структурой и электрофизическими и оптическими свойствами композитов. Разрабатываемые подходы к формированию соединительного слоя из полимерного комплекса и нового композита будут применены в ТСЭ на основе полимерных и органичсеких фотопроводников, аморфного и микрокристаллического кремния, что позволит создать прототипы ТСЭ с эффективностью фотопреобразования света в электрическую энергию не менее 12%.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117122190055-0, 18.12.2017

ЦЕНТР ПРЕВОСХОДСТВА «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА» 2019

Проведен структурный и функциональный анализ биологически значимых объектов физическими методами (спектроскопия ЯМР, ЭПР, криоэлектронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ и расчеты методами квантовой механики и молекулярной динамики). Решена структура ряда компонент белок-синтезирующего аппарата бактерии Staphylococcus aureus; показан механизм взаимодействия статинов с моделями клеточных мембран; исследованы образцы номинально чистых и замещенных фосфатов кальция и гидроксиапатита с примесями ионов марганца и меди в широком концентрационном интервале и показано, что стандартные методы ЭПР могут применяться для идентификации способа синтеза трикальцийфосфата и гидроксиапатита, определения наличия посторонних примесей, детектирования, идентификации, определения концентрации указанных выше ионов, в том числе при содопировании. Определена склонность оксида графена к самоассоциации и ассоциации с молекулами растворителей и получены данные о структуре сольватного окружения различных функциональных групп оксида графена. Созданы и исследованы аморфные полупроводниковые пленки Ti_2O_5 для методов исследования морфологии поверхности объектов нанометрового размера. Исследованы физические свойства новых материалов для терапевтических перестраиваемых лазеров, работающих в широком диапазоне длин волн.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117121890020-4, 18.12.2017

ЛЕГИРОВАННЫЙ ГРАФЕН ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ: ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ НА ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ В РЕДОКС-РЕАКЦИЯХ КИСЛОРОДА

Запасание энергии в химических связях применяется в источниках питания широчайшего диапазона мощностей – от менее 1 Вт до десятков МВт. Существующие сегодня электрохимические накопители, в которых энергия химических связей напрямую конвертируется в электрическую энергию, могут запасать ГВтч энергии и используют огромное разнообразие химических систем. Кислород, будучи легко доступным из окружающей среды и практически неисчерпаемым, широко используется в качестве компонента для электрохимических преобразователей и накопителей энергии, и поэтому окислительно-восстановительные реакции кислорода представляют огромное значение для таких электрохимических устройств как топливные элементы и металл-воздущные аккумуляторы. В этих системах

гетерогенный перенос электрона к/от кислорода происходит на поверхности электрода. Будучи легкими, хорошо проводящими и дешевыми, электроды из углеродных материалов получили наибольшее распространение. Тем не менее, различные углероды демонстрируют весьма разную эффективность при их использовании в качестве электродов для реодкса кислорода, несмотря на то, что все они в той или иной степени построены из графеноподобных фрагментов. Недавно было показано, что легирование углеродных материалов легкими элементами, такими как азот, бор или сера, заметно улучшает кинетику электронного трансфера от/к кислороду, а электрокаталитическая активность легированных материалов сопоставима с таковой для благородных металлов. В связи с высокой степенью сложности структурной и микроструктурной организации реальных порошковых углеродных материалов, многие попытки исследовать причины изменения каталитических свойств углерода не приводят к успеху, а индивидуальные вклады различных факторов – электронной структуры, примесей, микроструктуры и т.п. - не могут быть выявлены надежно.

В данном проекте предлагается использовать эпитаксиальный графен в качестве модели для определения роли электронной структуры и примесей в легированных углеродах в процессах гетерогенного элетронного трансфера с кислородом. В проекте предполается рассмотреть как чисто «химические» модельные системы, так и создать электрохимические ячейки с перенесенным графеном в качестве исследуемого электрода. Электронные свойства N-, B- и S- легированного графена будут исследованы экспериментально и теоретически с применением фотоэмисионной спектроскопии с угловым разрешением и квантово-химичсеких расчетов методом функционала плотности. Хемосорбция водорода и щелочных металлов на легированный графен будет использована для контроля положения уровня Ферми в условиях сверхвысокого вакуума. Эволюция системы при дальнейшей экспозиции в кислороде будет отслеживаться при помощи ФЭС УР, РФЭС и РФЭС «высокого давления» (давления до 10 мбар). Схожая методология будет применена к электрохимическим ячейкам, электродом в которых является легированный графен. Для создания таких ячеек, легированный графен будет выращен на металлических фольгах и перенесен на твердые электролиты или на сетки из Si_3N_4, через отверстия в которых будет подаваться жидкий электролит. Электронный перенос между графеновым электродом и кислородом, а также образование кислородсодержащих соединений на поверхности будет отслеживаться при помощи методов спектроэлектрохимии – сочетания вольтамперометрии с РФЭС и спектроскопии края рентгеновского поглощения в operando условиях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А17-117112220079-7, 15.11.2017

МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ, ПРЕТЕРПЕВАЮЩИХ ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

В результате выполнения данного проекта будут созданы физико-химические основы подхода к получению функциональных защитных покрытий на основе полимерных нанокомпозитов, содержащих в качестве высокотеплопроводного наполнителя наноразмерные анизометричные соединения углерода (трубки и плоскости). В качестве матричных полимеров будут использованы ПАН и ПВС, причем диспергация наночастиц будет проведена в растворах и из них же будут получены композитные пленки, исследованы возможности нанесения их на различные поверхности и последующей обработки для модификации поверхностных свойств. С точки зрения научной значимости, наиболее важными представляется достижение плоскостной ориентации частиц графена и понимание механизма встраивания наночастиц в карбонизующийся полимер.

Создание тонких защитных огнестойких покрытий с реализацией эффекта доминирующей плоскостной теплопроводности является важным вкладом в развитие нанотехнологий (научная составляющая) и защитных экранов для высокотехнологичных устройств, работающих в условиях локальных перегревов (практическая составляющая). Такие экраны востребованы в аэрокосмической, электротехнической и электронной отраслях промышленности.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А17-117082220021-2, 09.08.2017

РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВ И СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ФОТОДЕТЕКТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

В настоящее время двумерные (графеноподобные) материалы рассматриваются в качестве перспективных материалов для создания принципиально новых устройств нано- и оптоэлектроники. Наряду с графеном и фосфореном отдельную нишу занимают монослои дихалькогенидов переходных металлов (ДПМ). Такие структуры, в отличие от обладающего полуметаллической проводимостью графена, являются прямозонными полупроводниками и обладают высоким значением параметра «on-off» – то есть отношением рабочих токов устройства на основе ДПМ при открытом и закрытом затворе. Два этих фактора открывают возможность применения ДПМ в устройствах цифровой электроники и оптоэлектроники.

Основная задача проекта заключается в создании высокоэффективных устройств нано- и оптоэлектроники, использующих в качестве функциональных материалов новые двумерные полупроводниковые твердые растворы графеноподобных дихалькогенидов переходных металлов.

Научная новизна поставленной задачи заключается в создании новых твердых растворов ДПМ и комплексном исследовании их свойств, а также в разработке и создании новых фотодетекторов и фототранзисторов на их основе. Преимущества твердых растворов ДПМ до настоящего момента не были использованы в приборостроении при создании спектрально-селективных оптических устройств, и поэтому планируемые результаты проекта могут представлять существенную научную и прикладную ценность.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МИРЭА – РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117112120017-0, 16.11.2017

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД, В ТОМ ЧИСЛЕ, ВОД МИРОВОГО ОКЕАНА

Основной научно-прикладной задачей настоящего проекта является поиск перспективных углеродных нано- и мезопористых материалов в сфере очистки морской среды от нефти и нефтепродуктов. На первом этапе планируется исследовать физико-химические, морфологические свойства образцов нано- и мезопористых материалов, полученные различными методами (активированные угли, углеродородные трубки «Туанит», углеродные наноалмазы детонационного синтеза, оксид графена, УСВР), которые планируется использовать в процессах очистки природных вод, в том числе, морской среды, от нефти и нефтепродуктов. На втором этапе работ планируется провести систематические адсорбционные исследования по выявлению наиболее перспективных образцов с максимальной ёмкостью при фиксации нефти и нефтепродуктов; скорости насыщения; дальнейшего кондиционирования отработавших сорбционных материалов, выявив главные критерий пригодности материала для использования его в качестве поглотителя. На третьем этапе планируется провести натурные эксперименты на природных объектах и предложить перспективный метод очистки морской среды от нефти и нефтепродуктов с применением новых, перспективных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117042510287-6, 19.04.2017

ГИБРИДНЫЕ СОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО УДАЛЕНИЯ ВЫСОКОТОКСИЧНЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ (ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ, РАДИОНУКЛИДОВ) В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОДНЫХ СРЕД

Целью проекта является разработка научно–технологических основ создания высокоэффективных комплексных сорбентов с регулируемыми характеристиками на основе графеновых наноструктур серии «Таунит» различных типов: углеродных нанотрубок, оксида графена (в виде безводных и водных паст, дисперсий), мезопористого углерода – для тонкой очистки водных сред от тяжелых металлов (эффективность извлечения – 80-95%) и радионуклидов (их нерадиоактивных аналогов) (эффективность извлечения – 70-95%). В рамках проекта осуществляется прогнозирование адсорбционных свойств и структурных параметров созданных наноматериалов и наномодифицированных сорбентов; сравнительный экспериментальный анализ стандартных и наноструктурированных сорбентов в процессах тонкой очистки жидких сред (определение равновесных концентраций металлов, статической сорбционной емкости поглотителей, констант скорости сорбции, процентов сорбции и десорбции, приведенных коэффициентов распределения и т.д.).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117041310061-7, 07.04.2017

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Разработка и развитие методов моделирования квантовых элементов систем обработки и передачи информации. Рассмотрение новых конструкций полевых транзисторов, в частности, туннельных транзисторов, которые могут быть продолжены в область размеров в несколько нанометров ввиду отсутствия необходимости легирования. Предполагается развитие исследований структур на основе графена для применения в аналоговых и цифровых схемах, а также для целей коммуникации и контроля (генерация и детектирование ТГц излучения), исследование эффектов поляризации в твердотельных квантовых компьютерах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ К.А. ВАЛИЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117120120133-2, 23.11.2017

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Исследование оптических текстур и конфигураций директора в каплях хирального нематика с гомеотропным сцеплением, а также процессов трансформации таких ориентационных структур при воздействии электрического поля на жидкий кристалл с положительной анизотропией диэлектрической проницаемости. Исследование ориентационного упорядочения директора в каплях холестерика с коническими граничными условиями в зависимости от соотношения шага спирали и размера капли. Исследование оптических текстур и конфигураций директора в нематических каплях, допированных ионным сурфактантом, со структурами, включающими четыре и более дисклинации. Изучение морфологических и структурных особенностей наноразмерных материалов (оксидов, нитридов, карбидов и др.) управляемого плазмохимического синтеза. Изучение процессов консолидированного синтеза нанодисперсных порошков и их регулируемого осаждения на поверхности компонентов композиционных материалов. Разработка и оптимизация технологии сетчатых электродов на основе автокластеризованного шаблона: исследование возможностей применения метода Core-Shell («ядро-оболочка») для управления свойствами интерфейса «микросетка – окружающая среда», в частности «микросетка – электрохромная композиция», без снижения параметров токонесущего слоя прозрачного электрода. Разработка и оптимизация технологии сетчатых электродов на основе автокластеризованного шаблона: оптимизация электрода под задачу создания органических светодиодов (OLED) большой площади, в частности формирование и исследование функционального слоя на основе частично восстановленного оксида графена и углеродных нанотрубок.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А17-117110220100-4, 25.10.2017

РАЗРАБОТКА РЕГЕНЕРИРУЕМОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО СЕНСОРА НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БЕЛКОВЫХ МАРКЕРОВ СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ФРАКЦИЯХ КРОВИ

Разработка и исследование технологических основ формирования электрохимических биологических сенсоров на основе восстановленного оксида графена, модифицированного специфичными аптамерами, для детектирования содержания вирусов в крови (в частности вируса гепатита), обеспечивающих переходит к созданию новых видов быстродействующих иселективных диагностических систем. Создание экспериментального образца регенерируемого биосенсора на основе восстановленногооксида графена для регистрации белковых маркеров социально-значимых заболеваний в фракциях крови.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА» (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А17-117102550004-8, 12.05.2017

ЭЛЕКТРОДЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЛИТИЙ- И НАТРИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ: ГИБРИДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА И ОКСИДОВ И СУЛЬФИДОВ P- И D- ЭЛЕМЕНТОВ

Разработка новых эффективных электродных материалов для литий- и натрий-ионных аккумуляторов – актуальная задача современной химии материалов, решение которой во многом определяет перспективы развития производства портативных электронных устройств, медицинской и другой высокотехнологичной техники, электротранспорта. Современный рынок диктует новые требования к источникам питания, в частности, в настоящее время весьма востребованы аккумуляторы нового поколения с улучшенными электрохимическими характеристиками, которые бы обеспечивали высокую удельную энергию, длительный срок эксплуатации и возможность питания устройств высокой мощности. С другой стороны, постоянное увеличение темпов роста производства наиболее широко используемых литий-ионных аккумуляторов приводит к удорожанию литиевого сырья и создает проблему их утилизации. Вместе с тем, стоимость аккумуляторов ограничивается высокой конкуренцией и постоянно растущим предложением на рынке портативной техники. Это объясняет актуальность разработки новых технологий, которые бы позволяли создавать источники тока с улучшенными электрохимическими характеристиками, но при этом недорогие и экологически безопасные в производстве и утилизации. Возможность создания таких технологий в значительной мере определяется решением научных проблем химии материалов, среди которых особенно актуальна проблема разработки новых электродных материалов для литий- и натрий-ионных аккумуляторов.

Научная новизна поставленной задачи заключается, в первую очередь, в оригинальных подходах и методах, которые предлагается использовать для получения гибридных электродных материалов нового поколения.

Разработанный ранее «пероксидный» метод, подразумевающий применение в качестве исходных систем пероксосоединений олова и сурьмы, впервые предлагается распространить на системы d-элементов, в том числе, соединения титана, ванадия, молибдена, железа, вольфрама. Это позволит получить широкий спектр новых гибридных наноматериалов, в которых на углеродных частицах различной природы сформированы тонкие неорганические пленки (толщиной 1-10 нм) на основе оксидов или сульфидов соответствующих элементов. Оригинальность такого подхода гарантирует получение принципиально новых композиционных материалов различной морфологии и состава, в которых наноразмерное неорганическое покрытие различного состава и морфологии будет сформировано на поверхности углеродных материалов, отличающихся по своим свойствам (углеродные нанотрубки, восстановленный оксид графена, технический углерод). Сочетание неорганической и углеродной компонент в составе полученных гибридных материалов позволит улучшить адаптируемость к изменению объема неорганических частиц электродного материала, взаимодействующих в ходе циклов заряда/разряда с литием или натрием, а также увеличить электронную проводимость и площадь поверхности материала. За счет этого предполагается значительно повысить стабильность электродного материала в ходе работы аккумулятора и улучшить его скоростные характеристики. При этом, наличие в гибридном материале неорганической компоненты будет обеспечивать высокие значения удельной электрохимической емкости анода в литий- или натрий-ионном аккумуляторе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117030310242-4, 12.01.2017

ОПТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В НАНОПЛАЗМОНИКЕ

Проект направлен на решение фундаментальной научной проблемы – разработку физических принципов новых наноразмерных устройств обработки информации на основе эффектов оптической активности. Будут исследованы асимметричные оптические и плазмонные свойства цилиндрических нанопроводов, оптических волокон с покрытием, планарных структур типа металл - магнитный диэлектрик - графен при наличие внешних статических и динамических напряжений и электрических или магнитных полей. Асимметрия и/или пространственная неоднородность исследуемых структур могут привести к желаемой оптической функциональности устройств.

Оптически асимметричные материалы являются принципиально важными для однонаправленного распространения света, что является ключевым моментом нового и перспективного направления современной физики - топологической фотоники. С другой стороны, контроль характеристик динамически изменяющимися внешними напряжениями и электрическими или магнитными полями открывает возможность динамической перестройки характеристик наноструктур, что может быть использовано для создания нового поколения адаптивных материалов нанoплазмоники, нанофотоники и оптоэлектроники. Будут также исследованы особенности магнитных полей (создаваемых за счет обратных магнитооптических эффектов), спинового и орбитального моментов света, распространяющегося в рассматриваемых структурах. Спиновый и орбитальный моменты световой волны могут расширить оптические степени свободы, поэтому результаты в данном направлении могут оказаться полезными при

разработке физических принципов новых устройств обработки и хранения информации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117121120062-2, 09.11.2017

ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УРЕТАНОВЫХ КАУЧУКОВ С ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТЬЮ ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В данной НИР разработаны составы гидроизоляционных строительных композитных материалов с пониженной горючестью на основе модифицированных полиуретановых каучуков, получаемых каталитической полимеризацией из уретановых форполимеров с эпоксиаминами, для объектов ядерной энергетики и атомных электростанций. Модифицированный эпоксиполиуретановый каучук использован как связующая основа композиционного гидроизоляционного материала. В качестве наполнителей в составе композиции использованы мел, молотый кварцевый песок, оксид алюминия, хлорированные парафины, углеродный наномодификатор – графен и антипирен – трихлорпропилфосфат.

Получены и исследованы лабораторные образцы эпоксиуретанового композита с различным соотношением полимер: катализатор с шагом 0,5% масс. Экспериментальным путем на основе полученных данных выбраны составы с оптимальным соотношением катализатора к уретановому полимеру. Методом оптической спектроскопии определены характер распределения и степень диспергирования компонентов композиционного материала. Методом ИК-спектроскопии проведено исследование кинетики полимеризации эпоксиуретанового каучука, изучены характер и скорость отверждения композита по снижению количества реакционных – NCO-групп. Проведены испытания полученных лабораторных образцов на определение физико-механических характеристик: твердости по Шору А, прочности и относительного удлинения при разрыве, напряжения при 100% удлинении образцов, горючести и некоторых гидротехнических характеристик.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117072510071-8, 12.07.2017

КОМПОЗИТЫ МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КООРДИНАЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОРБЦИИ ГАЗОВ, ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ И СЕЛЕКТИВНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ

В последнее десятилетие огромное развитие наблюдается в синтезе и исследовании свойств пористых металл-органических координационных полимеров (МОКП) и углеродных материалов в связи с их адсорбционными свойствами и соответствующими возможностями их применения в разделении газов и других малых молекул, катализе и сенсорных технологиях. Анализ литературы показывает, что первые статьи по пористым МОКП появились лишь в конце 90-х годов прошлого тысячелетия. Исследования проводятся в ведущих лабораториях США, Японии, Европы, Китая и Южной Кореи. Недавно также предложено получать композиты МОКП и углеродных материалов, в первую очередь графена (в том числе восстановленного оксида графена) и оксида графена [J. Mater. Chem. A., 2014, 2, 4722, doi:10.1039/c3ta15086k; Chem. Commun, 2015, 51, 3874,doi:10.1039/C4CC09933H; Chem. - A Eur. J., 2016, 22 1467, doi:10.1002/chem.201504399.]. Полученные композиты обладают интересными свойствами и потенциально могут найти применения в таких областях как сенсорные технологии, катализ (в том числе фотокатализ), адсорбция, включая высокоселективную адсорбцию газов и паров органических соединений.

Настоящий проект направлен на получение новых композиционных материалов и соединений включения на основе пористых координационных полимеров и углеродных материалов. В рамках проекта будут решаться следующие фундаментальные задачи: 1) разработка методов синтеза,установление строения и основных физико-химических свойств композитных материалов на основе пористых МОКП и углеродных материалов; 2) исследование адсорбции газов (азот, углекислый газ, метан, водород, кислород) при различных температурах с целью текстурной характеризации, а также определения коэффициентов селективности разделения бинарных газовых смесей и их зависимостей от состава газовых смесей, общего давления и температуры; 3) адсорбция паров органических соединений (бензол, толуол, ксилолы, циклогексан, спирты) с целью определения величины адсорбции, а также расчёта коэффициентов селективности разделения при заданных условиях.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117112870184-7, 21.11.2017

ПОЛУЧЕНИЕ ФИЛАМЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ ГРАФЕНА И (СО)ПОЛИМЕРОВ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Получение 50 филаментов диаметром 1,75 мм на основе композитов графена и (со)полимеров молочной кислоты методом горячей экструзии. Комплексное исследование их термических, физико-механических и электрофизических свойств.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ БАЙКАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118103090040-5, 23.10.2018

АКТИВНАЯ ПЛАЗМОНИКА ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

В настоящий момент существует острая потребность в создании детекторов и источников дальнего (0.1 – 10 ТГц) инфракрасного диапазона для задач спектроскопии, дистанционного обнаружения опасных веществ, радиоастрономии, медицинской диагностики и беспроводной передачи данных. К детекторам предъявляются требования компактности (желательно - возможность размещения на чипе), работоспособности при комнатной температуре,

малой потребляемой мощности и большой обнаружительной способности. Желаемой, но чрезвычайно сложно реализуемой является задача создания электрически перестраиваемого инфракрасного детектора-спектрометра. Потенциально, этим требованиям могут удовлетворить детекторы и источники излучения, использующие резонансное возбуждение плазмонов в двумерных электронных системах.

Проект будет посвящен экспериментальному и теоретическому исследованию плазмонов в двумерных системах на основе ван-дер-ваальсовых гетероструктур (графен и его модификации, халькогениды переходных металлов), созданию резонансных детекторов и источников излучения дальнего ИК диапазона на их основе, а также разработке методов каталитического роста графена высокого качества, в котором возможно наблюдение данных резонансных явлений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118082890011-5, 23.08.2018

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТАПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ГРАФЕНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОСТРУКТУР

Одной из наиболее важных задач, стоящей перед современными информационными технологиями, является создание элементной базы, обеспечивающей передачу информации между живыми организмами и вычислительными системами. Для решения этой задачи разрабатываются различные биоинтерфейсы, которые должны стать ключевым компонентом для соединения человеческого организма с устройствами микроэлектроники. Одним из наиболее перспективных направлений исследований в этой области считается разработка графеновых биоинтерфейсов. В настоящее время графеновые биороинтерфейсы уже продемонстрировали свою высокую эффективность, прежде всего высокую разрешающую способность, и безопасность, но при этом не решена проблема бесконтактного стимулирования и контроля живых тканей.

Предполагается, что решением может стать использование гибридных графено-металлических наноструктур, где металлические или металло-диэлектрические наноструктурные компоненты будут играть роль антенны для приема и передачи сигналов. С одной стороны графен является атомарно тонким слоем и поэтому практически не влияет на размеры наноструктур, а с другой стороны обладает множеством уникальных свойств (высокая электропроводность и рекордная среди всех известных материалов теплопроводность, высокая прочность и гибкость, химическая и термическая стабильность, а также самая большая площадь поверхности на единицу массы, доступная для взаимодействия с биологическими компонентами и адаптируемая к любым поверхностным модификациям, кроме того, широкий спектр поглощения - от видимого света до терагерцового или даже микроволнового излучения), которые могут обеспечить расширенные функциональные возможности для биоинтерфейсов. Любой биоинтерфейс, предназначенный для имплантации, должен быть минимально инвазивным, насколько это возможно, обеспечивать минимальное хирургическое вмешательство и обеспечивать эффективную работу в течение всего срока срока службы. Биоинтерфейсы на основе графена обладают превосходной биосовместимостью и высокой механической прочностью. При этом использование графена в качестве подложки определяет кинетику роста металлических структур и вместе с этим их электрические и оптические свойства.

В рамках настоящего проекта предполагается разработка технологий создания и создание многофункциональных метаповерхностей на основе гибридных графено-металлических наноструктур, и изучение возможностей их использования в качестве биоинтерфейсов, способных детектировать, обрабатывать и передавать химические и биологические сигналы. При этом в перспективе вместо графена могут быть использованы и другие двумерные материалы или их комбинации в виде ван-дер-ваальсовых гетероструктур.

На первом этапе выполнения проекта будут определены оптимальные конфигурации биоинтерфейсов, представляющих собой метаповерхности на основе графено-металлических наноструктур. Геометрия и структурные свойства разрабатываемых метаповерхностей будут оптимизированы в зависимости от типа конкретного анализируемого объекта, в качестве которых могут выступать низкомолекулярные соединения, крупные биологические молекулы, а также клетки и их органеллы. Будут отработаны технологии создания таких графено-металлических биоинтерфейсов, начиная от технологий синтеза и переноса графена, а также его наноструктурирования, и заканчивая формированием на поверхности двумерного материала металлических наноструктур с заданными свойствами. Будут определены условия возбуждения, а также характеристики оптических резонансов в гибридных наноструктурах при использовании электромагнитного излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Отдельное внимание будет уделено разработке и оптимизации методов иммобилизации анализируемых объектов на гибридные графено-металлические биоинтерфейсы. На заключительном этапе выполнения проекта для созданных метаповерхностей на основе гибридных графено-металлических наноструктур будут разработаны протоколы биодетектирования и продемонстрирована их эффективность для детектирования изменений оптических свойств среды, вызванных адсорбцией вещества, и для спектроскопии гигантского (поверхностно-усиленного) комбинационного рассеяния.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118091390043-3, 13.09.2018

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА СЕНСОРА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ И МАКЕТА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Целью реализации второго этапа НИОКР является разработка опытного образца сенсора газообразных токсичных веществ, изготовленного с использованием пленок графена на подложках карбида кремния, а также макета газоанализатора на основе графенового сенсора и проведение испытаний данных устройств. Для выполнения поставленной цели планируется разработка рабочей конструкторской документации на сенсор газообразных токсичных веществ, изготовление партии опытных образцов и проведение испытаний данной партии. Также, планируется разработка эскизного проекта на газоанализатор на основе графенового сенсора, изготовление макета газоанализатора

на основе графенового сенсора по данным эскизам и проведение испытаний прибора.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭПИГРАФ»

№ АААА-А18-118110790025-3, 06.11.2018

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ БИОСЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК МОДИФИЦИРОВАННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА

Проект направлен на решение задачи по разработке компактных, простых, недорогих и быстродействующих систем для обнаружения и предупреждения инфекционных заболеваний (туберкулез, ИППП, гепатит, ВИЧ), являющейся одним из приоритетных направлений развития современной медицины. Одной из таких систем являются электрохимические биосенсоры, в основе которых лежит регистрация электрического сигнала при взаимодействии анализируемого маркера заболевания (специфического белка) с активными центрами биораспознающего реагента, иммобилизированными на поверхности проводящего электрода (трансдьюсера). По сравнению со стандартными методами обнаружения вирусов, электрохимические биосенсоры обладают значительно большей простотой, скоростью получения выходного сигнала, специфичностью, возможностью многократного использования и интеграции в различные аналитические системы, в том числе системы персонального мониторинга состояния здоровья. Однако дальнейшее увеличение эффективности и активное использование электрохимических биосенсоров возможно при условии совершенствования материала электродов, использования высокоспецифичных биораспознающих агентов и обеспечения стабильности получаемых структур.

В рамках Проекта будут разработаны технологические основы для создания электрохимических биосенсоров на основе пленок функционализированного графена, с ковалентно иммобилизованными аптамерами (короткими цепочками ДНК). Использование графена обеспечит высокую проводимость, гибкость, высокую прочность и биосовместимость биосенсора, а наличие функциональных групп – возможность иммобилизации без использования линкеров и высокую эффективность переноса заряда. В то же время, аптамеры обеспечивают высокую специфичность к регистрируемым биомаркерам, характеризуются простотой синтеза и устойчивостью к внешним воздействиям.

Выполнение Проекта позволит сформировать электрохимические биосенсоры нового поколения для диагностики социально-значимых заболеваний с высокой специфичностью, чувствительностью, устойчивостью к внешним воздействиям и возможностью функционирования в жидкостной среде, в том числе и плазме крови.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ИМ. Б.П. КОНСТАНТИНОВА НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ АААА-А18-118032390172-3, 23.03.2018

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОТРУБ, ПОЛУЧЕННЫХ КОНТРОЛИРУЕМЫМ ВЫРЕЗАНИЕМ ИЗ БИСЛОЙНОГО ГРАФЕНА

Данный проект посвящен квантово-химическому моделированию нанотруб, которые контролируемо вырезаются из бислойного графена с различными углами поворота слоев относительно друг друга. При угле поворота Θ=30º возможно вырезать нанотрубы нового типа, при других Θ – определенные фрагменты хиральных нанотруб. Одна из задач проекта – определение длины и индексов таких фрагментов нанотруб. Полученная геометрия нанотруб полностью определит их электронные свойства. Контролируемое вырезание из биграфена может решить решить одну из важнейших проблем практического применения углеродных нанотруб – сложность их синтеза определенной геометрии и, следовательно, определенных свойств. Для исследования наноструктур будут использоваться различные современные методы моделирования, такие как теория функциональной плотности и метод молекулярной динамики, в рамках широкоиспользуемых программных пакетов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118040290202-3, 02.04.2018

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ФОТОНИКЕ И МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Цель: разработка, получение и исследование современных функциональных материалов для применения в устройствах оптоэлектроники. Основные задачи, решаемые в ходе выполнения НИР: 1) Создание новых типов функциональных материалов, включая полупроводниковые объемные кристаллические и наноструктурированные материалы; 2) Разработка и получение полупроводниковых гетероструктур, включая нитевидные нанокристаллы на основе соединений A3B5, планарные гетероструктуры и сверхрешетки на подложках GaAs и InP, радиационностойкие политипы SiC, полуполярные III-N структуры, структуры типа полупроводник/графен; 3) Экспериментальное исследование механических, структурных, электрических и химических свойств функциональных материалов и гетероструктур на их основе; 4) Теоретический анализ новых типов функциональных материалов и оптоэлектронных устройств; 5) Разработка и исследование оптоэлектронных устройств; 6) Использование функциональных материалов фотоники для биохимических приложений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

№ АААА-А18-118011690051-3, 29.12.2017

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СХЕМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Проект направлен на разработку и создание компактных высокочувствительных сенсоров на основе полевых транзисторов и наноэлектромеханических систем с углеродными нанотрубками, графеновыми нанолентами, компактными системами из других двумерных материалов и ван-дер-ваальсовыми гетероструктурами, которые могут быть использованы как для детектирования оптических сигна-

лов, так и для обнаружения малых концентраций различных химических и биологических объектов, таких как белковые молекулы, РНК, ДНК, вирусы, бактерии, гормоны, витамины и низкомолекулярные химические соединения.

С одной стороны, большая площадь поверхности, а также уникальные химические свойства графена и других двумерных материалов делают их отличным интерфейсом для адсорбции биологических молекул в биологических сенсорах. С другой стороны, уникальные электрические свойства двумерных материалов позволяют использовать их, например, в качестве каналов полевых транзисторов, что может быть использовано в сенсорах для преобразования сигнала биологической природы в электрический, при этом работа сенсоров может осуществляться при комнатной температуре, как в газе, так и в жидкости.

Использование двумерных материалов и разработанных протоколов функционализации позволит достичь высоких значений чувствительности и биоспецифичности предлагаемых биосенсоров, что будет проверено детектированием различных биологических и химических молекулярных объектов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118121890015-9, 14.12.2018

МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР КАК СРЕДЫ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ

В работе планируется провести расчет энергетических характеристик взаимодействия с водородом смятого графена в квазидвумерном и трехмерном структурном состоянии; изучить влияние примесных атомов металла на сорбционную активность; изучить роль нелинейных мод в разводораживании. Будут проведены расчет емкости наводораживания «графена с колоннами» и «ячеистого графена», расчет влияния атомов металла на степень их наводораживания и планирование реального эксперимента по исследованию влияния нелинейных мод на разводораживание углеродных структур.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А18-118021590189-3, 14.02.2018

КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение локальных процессов в зоне действия электрического и магнитного полей. Создание элементов квантовых компьютеров на примесных атомах (фосфор, азот) в полупроводниковых матрицах (кремний, графен). Разработка систем квантовой криптографии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А18-118080290036-0, 26.07.2018

ГРАФЕН-СОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СПИНТРОНИКИ И КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Данный проект направлен на создание и детальное исследование систем на основе графена и ультратонких пленок атомов тяжелых и магнитных металлов. Целью проекта является надежное управление параметрами графена, необходимыми для работы устройств спинтроники и квантовых компьютеров (спиновая поляризация состояний, ширина запрещенной зоны и т.д.). Основными методами исследования электронной, спиновой и атомной структуры будут фотоэлектронная спектроскопия с угловым и спиновым разрешениями с использованием синхротронного излучения (XPS, (S)ARPES) и сканирующая туннельная микроскопия (STM).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118062790026-2, 22.06.2018

ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЕ НАНОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В рамках данного проекта предполагается применение новых двумерных наноматериалов, таких как графен, оксид графена, нитрид бора и дисульфиды молибдена и вольфрама, для реализации схем биодетектирования, основанных на обнаружении биомолекул в области ближнего поля микро- и наноразмерных оптических волноводов и резонаторов. Оптические и химические свойства данных материалов хорошо изучены на данный момент и стоит отметить такие их уникальные характеристики, как высокую и регулируемую прозрачность в оптической области спектра излучения, а также высокую химическую активность по отношению к широкому классу химических и биологических молекул.

На данный момент показано, что тонкие пленки на основе графена и оксида графена могут быть использованы в качестве связующих слоев для детектирующих поверхностей биосенсоров, основанных на поверхностном плазмонном резонансе и оптоволоконных технологиях, что позволяет повысить чувствительность детектирования.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118102590024-3, 24.10.2018

ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК И ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект направлен на разработку, практическую реализацию и оптимизацию гибридных тонкопленочных металлических наноструктур на основе графена и других двумерных материалах, применительно к разработке и созданию гибкой электроники, инфракрасных и терагерцовых фотодетекторов, солнечных фотоэлементов, а также био- и нейрокомпьютерных интерфейсов. В рамках данного проекта планируется провести систематическое исследование гибридных наноструктур на основе тонких металлических пленок и двумерных материалов. При этом для каждого типа металла будет проанализирована кинетика его роста на поверхности

двумерных материалов, получена кристаллическая структура тонких металлических пленок, а также их электрические и оптические свойства. Кроме этого будет оценено влияние выращенных металлических пленок на свойства соответствующих двумерных материалов. В совокупности полученные экспериментальные данные позволят детально и точно описывать свойства гибридных наноструктур на основе металлов и двумерных материалов.

Проект будет способствовать разработке новых технологий, которые позволят создавать новые наноразмерные гетероструктуры на основе двумерных материалов и тонких пленок металлов, перспективные для создания новой элементной базы радиотехники, микроэлектронных систем, плазмонных устройств и радиофотоники. Кроме того, проект будет способствовать открытию новых физических эффектов в гибридных наноструктурах на основе двумерных материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А18-118082990006-0, 29.08.2018

НОВЫЕ ИОНПРОВОДЯЩИЕ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ И ПРИМЕНЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Проект направлен на решение задач, связанных с получением высокостабильных наноструктурированных ионпроводящих мембран на основе гибридных композитов, способных к самоувлажнению, либо обеспечивающих длительное удерживание влаги в мембране.

Для достижения заявленной цели будет осуществлен масштабный синтез высокомолекулярных соединений (сульфированных и фосфорилированных гомополимеров и сополимеров винилхлорида, стирола, винилглицидилового эфира этиленгликоля, глицидилметакрилата, глицидилакрилата, азотсодержащих винильных мономеров, фторированных полиариленов, полиэфиркетонов), наноструктур (на основе оксида графена, квантовых точек и нанолент графена, нанолистов нитрида бора), гибридных композитов на основе данных соединений и мембран. Самоувлажнение мембран будет обеспечено введением в их состав нанодисперсных катализаторов, способствующих непосредственному взаимодействию H_2 и O_2, проникающих в мембрану со стороны анода и катода, с образованием воды.

В рамках данного проекта предлагается стабилизировать нанодисперсную платину непосредственно в матрице органического полимера, либо в фазе неорганического прекурсора, который используется для изготовления композиционной мембраны. Для обеспечения длительного удерживания влаги в мембране без ее существенных потерь в состав композитов будут включены неорганические блоки диоксида кремния, диоксида титана, углеродные и борнитридные наноструктуры. Также будет испытаны новые самоувлажняющие мембранно-электродные блоки с добавлением поливинилового спирта и функционализированных углеродных наноструктур, используемые в качестве влагоудерживающего агента в слое анодного катализатора.

Полученные мембраны будут испытаны в условиях работы топливных элементов, проточных редокс-аккумуляторов (redox-flow battery), установок электролиза воды и других электромембранных процессах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «АНГАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А18-118102490068-8, 23.10.2018

ПЛАЗМОННЫЕ ВОЛНОВЕДУЩИЕ И РЕЗОНАТОРНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЛАНАРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

Проект направлен на решение проблемы создания элементной приборной базы в терагерцовом (ТГц) частотном диапазоне. В рамках данного проекта будут разработаны теоретические основы создания волноведущих и резонаторных плазмонных устройств на основе графена для канализирования и преобразования ТГц излучения. Планируется рассмотреть плазмонные волноводы, усилители, направленные ответвители, переключатели и преобразователи. Использование плазмонов вследствие их малой длины волны позволит существенно уменьшить габариты элементов ТГц интегральных схем. Привлекательными свойствами графена для использования в плазмонных приложениях являются высокая плотность и подвижность носителей заряда при комнатной температуре, возможность создания инверсной населенности носителей заряда с последующим стимулированным излучением ТГц плазмонов и возможность использования интегральной технологии для изготовления графеновых интегральных схем.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А. КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119121790090-6, 12.12.2019

НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

Целью исследования является разработка методик и метрологического обеспечения для сканирующей зондовой и электронной (позитронной) микроскопии и спектроскопии с целью анализа сложных динамических объектов на поверхности металлов и полупроводников; установление механизмов окисления и галогенирования металлов, выяснение особенностей реакции эпоксидирования алкенов на поверхности модельных катализаторов (монокристаллов серебра, меди и золота) в условиях сверхвысокого и экстремально высокого вакуума; демонстрация возможности создания квантовых регистров и одноэлектронных транзисторов из атомов фосфора на поверхности моноизотопного кремния; разработка технологий синтеза монокристаллов графена большого размера и управляемого легирования получаемых кристаллов; разработка теоретических моделей и методов управления намагниченностью в спинтронных системах, включая возбуждение терагерцовой динамики фемтосекундными лазерными импульсами, переключение и возбуждение высокоамплитудной динамики вращающими моментами спин-орбитальной природы и эффектом переноса спина; выяснение механизмов формирования, оптических и фотоэлектрических свойств многослойных гетероструктур с плотными массивами квантовых точек германия в матрице монокристаллического кремния, процессов межслоевого

упорядочения квантовых точек и формирования молекулоподобных цепочек квантовых точек германия в матрице монокристаллического кремния.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119052090013-9, 14.05.2019

ПРОЕКТ РНФ № 19-15-00244 «ИЗУЧЕНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ ОКСИДА ГРАФЕНА С КЛЕТКАМИ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В БИОМЕДИЦИНЕ»

Все более широкое применение препаратов на основе оксида графена в in vivo терапии и диагностике диктует необходимость всесторонней оценки его биосовместимости. Критически важным является изучение воздействия оксида графена и его производных на клетки иммунной системы. С одной стороны, это обусловлено тем, что при введении в организм препаратов на основе графена контакт между ними и клетками врожденного и адаптивного иммунитета неизбежен, и он в любом случае будет иметь место в кровотоке либо лимфоидных органах.

Таким образом, целью настоящего проекта является систематическая оценка эффектов клинически значимых модификаций оксида графена на ключевые субпопуляции клеток врожденного иммунитета (макрофаги, дендритные клетки, NK-клетки, нейтрофилы) и адаптивного иммунитета (Т- и В-клетки), при этом скрининговые тесты, оценивающие дифференцировку и функциональную активность исследуемых клеток, будут дополняться динамической визуализацией в системе Cell-IQ. Настоящее исследование находится в рамках заявленной стратегии перехода к высокотехнологичному здравоохранению.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119110790021-4, 06.11.2019

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ НАНОКОМПОЗИТЫ, ЛЕГИРОВАННЫЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Жидкие кристаллы (ЖК) представляют собой интеллектуальные материалы, имеющие многочисленные применения в дисплеях, модуляторах, датчиках и солнечных элементах. Несмотря на их долгую историю, исследования ЖК до сих пор не исчерпаны благодаря уникальным электрооптическим эффектам, способности молекул к самосборке в надмолекулярные структуры и лёгкой переориентации через внешние поля. В последнее время обнаруживаются новые эффекты, разрабатываются современные и самоорганизующиеся материалы, предлагается целый ряд недисплейных приложений, находящихся на границе между нанотехнологиями и мягким конденсированным веществом. Допирование ЖК наночастицами (НЧ) является важной стратегий для управления их свойствами, поскольку полученные нанокомпозиты (НК) могут демонстрировать значительно отличающиеся и улучшенные характеристики, в сравнении с чистыми ЖК аналогами.

Известно, что внедрение НЧ в ЖК-матрицу приводит к снижению порогового напряжения и уменьшению времени отклика электрооптических устройств без существенного влияния на их прозрачность. Изменение свойств ЖК зависит от типа, размера и формы НЧ, используемых при допировании. Конечному НК можно придать специфические функциональные особенности, например, пара- и ферромагнитные НЧ, добавленные в нематические ЖК, являются многообещающими кандидатами для магнитно-перестраиваемых структур. Добавление субволновых металлических и полупроводниковых НЧ открывает возможности управлять показателем преломления и диэлектрической проницаемостью НК, достигая очень низких и отрицательных значений. Описаны и исследованы дисперсии ЖК с использованием одностенных и многостенных углеродных нанотрубок для электрически и магнитно-адресуемых молекулярных переключателей. Другими популярными включениями являются НЧ золота, сегнетоэлектрические частицы, различные неорганические наностержни, фуллерены, наноразмерные пластины графена. В последнее время синтезируются и исследуются НЧ, легированные редкоземельными элементами. Их интенсивно изучают для возможных биомедицинских приложений, фотодинамической терапии, освещения и безопасности. Большой интерес такие НЧ представляют в области оптических квантовых технологий, в особенности квантовой обработке информации и коммуникации. Введение редкоземельных наночастиц в ЖК основу в качестве усовершенствованного сенсибилизатора позволяет реализовать обратимый контроль над отражением ЖК, изменять структуру ЖК матрицы и придавать ей новые функциональные свойства.

К настоящему времени накопилось множество экспериментальных данных по ЖК композитам с различными НЧ. Таким образом становится ясно, что область наноматериалов, диспергированных в ЖК, продолжает расти и привлекать интерес научного общества, оставляя при этом множество нерешённых вопросов. Данный обзор посвящён последним достижениям в разработке НК с ЖК матрицей на основе НЧ, легированных редкоземельными элементами, обнаруженным синергетическим эффектам, позволяющим создавать электрооптические устройства нового поколения, а также МЭМС-устройства аккумулирования энергии (energy harvesting).

Разработчик: ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ

№ АААА-А19-119011890173-9, 17.01.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ CVD-ГРАФЕНА В ЭЛЕКТРОННЫХ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОТРУДНИК НА ПОСТОЯННОЙ ОСНОВЕ.

Цель работы – исследование технологий применения CVD-графена в электронных и оптоэлектронных устройствах, таких как транзисторные структуры и фотодетекторы. Влияние способов переноса CVD-графена на различные подложки, материала подложки на электрические, оптические и фотоэлектрические характеристики устройств. Перенос CVD-графена на полимерную подложку методом ламинирования. Перенос CVD-графена на подложки SiO_2, Si методом ПММА и

методом термокомпресси. Влияние материала электродов и материала затвора на характеристики электронных и оптоэлектронных устройств. Исследование влияния легирования графена и материала электродов на характеристики фотодетектора и фотоэлемента.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

№ АААА-А19-119040990065-6, 09.04.2019

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КРАСИТЕЛИ И ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Проблема поиска альтернативных источников энергии в современном мире становится все более актуальной, при этом огромное внимание уделяется солнечной энергетике. Предлагаемый проект, посвященный созданию новых сенсибилизированных красителями солнечных элементов, является в значительной степени поисковым исследованием, заключающимся в изучении всех возможных комбинаций светочувствительных и проводящих компонентов фотовольтаических устройств.

В данном проекте предполагается создание солнечных элементов на основе не исследованного ранее сочетания оксида цинка, фталоцианиновых фотосенсибилизаторов и наноструктур на основе графена.

Для решения задач проекта предполагается осуществить синтез несимметричных фталоцианинов, изучить фото- и электрохимические свойства как индивидуальных фотосенсибилизаторов, так и гибридных материалов на их основе, разработать подходы к получению наноструктурированных образцов оксида цинка, а также к получению ковалентных конъюгатов фталоцианинов с квантовыми точками на основе графена и гибридных материалов на основе оксида. Предполагается, что полученные данные позволят выявить новые взаимосвязи между природой компонентов и функциональными характеристиками образованных ими солнечных элементов, благодаря чему можно будет определить наиболее перспективные сочетания фотосенсибилизаторов и полупроводниковых материалов.

Результаты работы внесут вклад в развитие координационной и органической химии фталоцианинов, а также будут способствовать развитию науки о материалах на их основе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А19-119081290014-4, 08.08.2019

ПЛАЗМОННЫЕ БИОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проект направлен на разработку и тестирование нового типа гибридного плазмонного биосенсора для ранней диагностики заболеваний. Для реализации проекта будет проведен ряд фундаментальных исследований коллективных плазмонных резонансов в наноструктурах, изготовленных с использованием самых современных физико-химических технологических подходов, а также соответствующих биотехнологий. Стоит отметить, что в последнее время биосенсоры на основе поверхностного плазмонного резонанса (ППР) стали одним из ключевых инструментов для детектирования критических биологических аналитов – например, возбудителей опасных заболеваний в биомедицинских анализах. Однако, несмотря на свои преимущества, такие как высокая спектральная чувствительность, они оказались несовместимы с современными тенденциями в биосенсорике, требующих разработки компактных и наноразмерных архитектур.

Огромный потенциал для модернизации технологии плазмонного биосенсинга в настоящее время ожидается от локализованных плазмонных резонансов (ЛПР), возбуждаемых в наноразмерных структурах и метаматериалах. Такие биосенсоры намного лучше совместимы с наноразмерной биохимической архитектурой, так как способны предложить новые функциональные возможности, такие как селективность по размеру, возможность локализации электромагнитного поля для усиления комбинационного рассеяния и других применений. Принимая во внимание необходимость улучшения характеристик плазмонных биосенсоров, необходимо дополнительно обратиться к таким ключевым аспектам как: термическую и механическую стабильность, совместимость материалов и оптические потери.

Проблема стабильности плазмонных материалов и привнесения дополнительного функционала может быть решена путем их покрытия двумерными материалами (графен, двумерные дихалькогениды переходных металлов). Интеграция последних с плазмонными материалами создает уникальную платформу для изучения резонансного плазмон-экситонного взаимодействия и применения его для решения поставленных задач. Для обеспечения высокой чувствительности предлагаемого в проекте биосенсора наночастицы золота, меди и нитрида титана будут упорядочены в двумерный периодический массив и покрыты двумерными материалами, в числе которых графен, дисульфид молибдена и диселенид вольфрама.

Ожидается, что такая конфигурация обеспечит высокую фазовую и спектральную чувствительность коллективного плазмонного резонанса к изменению локального диэлектрического окружения, что позволит разрабатываемому гибридному биосенсору превзойти характеристики существующих аналогов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А19-119082390032-4, 22.08.2019

ГЕНЕРАЦИЯ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ С ГИГАГЕРЦОВОЙ ЧАСТОТОЙ СЛЕДОВАНИЯ В ВОЛНОВОДНЫХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРАХ

Проект направлен на создание компактного твердотельного волноводного лазера ультракоротких (пико-субпикосекундных) импульсов с частотой повторения более 5 ГГц. Оригинальность проекта заключается в объединении волноводной структуры, созданной внутри активного кристалла, и насыщающегося поглотителя на основе графена для получения режима пассивной синхронизации мод.

Использование волноводной геометрии обеспечивает эффективное заведение и равномерное распространение (без расходимости) оптического излучения накачки по всей длине активного элемента. Малые размеры цилиндрических волноводов, соответствующие диаметру моды TEM 00,

позволяют осуществлять генерацию в одномодовом режиме. Моноатомный графеновый слой будет нанесен непосредственно на выходное зеркало резонатора, что должно обеспечить малые размеры устройства и высокую стабильность генерации.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119051390033-7, 13.05.2019

РАЗРАБОТКА, ИЗГОТОВЛЕНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ДОРАБОТКА МАКЕТОВ СИСТЕМЫ ПУСКА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Затрудняется эксплуатация автотранспорта в условиях зимнего периода эксплуатации. В этих условиях затрудняется пуск двигателей внутреннего сгорания. Затрудненный пуск приводит к чрезмерному износу АКБ (аккумуляторной батареи). Снизить износ АКБ и повысить надежность пуска возможно путем применения переносных пусковых устройств. Однако, существующие технологии подразумевают использование свинцовых АКБ, что снижает их эффективность и повышает массогабаритные характеристики.

Решение вопросов повышения энергетической эффективности и расширения функциональных возможностей пусковых устройств для двигателей внутреннего сгорания связано с применением накопителей энергии, обладающих высокой удельной емкостью (суперконденсаторов). Однако, производство суперконденсаторов, в РФ базируется на импортных комплектующих и материалах. В этом отношение важное значение принимает разработка новой технологии по выпуску суперконденстаоров, которая позволит задействовать отечественные комплектующие и материалы. Появление в различных сферах суперконденсаторов повысит надежность и эффективность автономных систем электроснабжения. В тоже время важно значение имеет вопрос практического применения суперконденсаторов.

Основное техническое решение состоит в применение для электродов суперконденсаторов – механоактивированного графена, который обладает эффективными морфологическими характеристиками. Предполагается избавить суперконденстор от «балластного» электролита и предотвратить излишнюю деградацию электродного материала. Для эффективного применения графена в проекте решена проблема «компактирования» графена за счет специальной технологии механоактивации.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭНЕРГОКРИСТАЛЛ»

№ АААА-А19-119090590113-3, 04.09.2019

ПАССИВНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ МОД СО СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТОЙ ПОВТОРЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ В ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ВОЛНОВОДНЫХ ЛАЗЕРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лазерные источники, обеспечивающие генерацию ультракоротких импульсов с высокой частотой повторения (более 1 ГГц), востребованы в таких направлениях, как метрология частоты, телекоммуникации и фундаментальные исследования.

Данный проект направлен на исследование режима пассивной синхронизации мод с гигагерцовой частотой повторения импульсов в твердотельных волноводных лазерах ИК диапазона. Для создания такого типа лазеров предлагается использование подхода, основанного на сочетании преимуществ волноводных структур внутри активной среды и двухмерных материалов, например, графена.

Первым этапом проекта будет реализация подхода в лазере на кристалле Nd:YAG и получение стабильного режима пассивной синхронизации мод. Во втором этапе проекта предлагается использовать разработанную методику для создания волноводных лазеров с гигагерцовой частотой повторения в других активных средах, например, Er:YAG, Fe:ZnSe.

Таким образом, в ходе проекта будет исследована возможность применения универсального подхода для создания твердотельных волноводных лазеров ИК диапазона от 1 до 5 мкм и получение стабильного режима пассивной синхронизации мод со сверхвысокой частотой повторения импульсов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119112990062-9, 28.11.2019

МУЛЬТИСЕНСОРНАЯ ЛИНЕЙКА НА ОСНОВЕ ОДНОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ПАРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Объект исследования – газовый сенсор, мультисенсорные системы.

Цель работы – реализация и исследование мультисенсорных линеек на основе одномолекулярных транзисторов с модификацией проводящего канала различными слоями органических молекул для регистрации и распознавания паров органических веществ.

В результате выполнения проекта будут разработаны: технология изготовления газового сенсора на основе одномолекулярного транзистора, включая поиск оптимальной модификации молекулярного канала транзистора путем применения сверхкоротких импульсных лазерных воздействий для окисления графена и использования различных тонких слоев органических молекул, образующих канал транзистора; способ обработки мультисенсорного сигнала, полученного с линейки транзисторов, алгоритмами распознавания образов и осуществление распознавания паров органических веществ между собой.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

№ АААА-А19-119120290043-0, 02.12.2019

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ МЕТАПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ 2D МАТЕРИАЛОВ И МАТЕРИАЛОВ С ФАЗОВЫМИ ПЕРЕХОДАМИ

Проект направлен на разработку новой концепции использования 2D материалов и материалов с фазовыми переходами для создания перестраиваемых гиперболических метаповерхностей. Будут предложены конкретные реализации таких метаповерхностей на основе графена и диоксида ванадия. Будут исследованы возможности применения

таких метаповерхностей с целью оптической обработки информации.

Такие метаповерхности могут послужить основой для фундаментально новых оптических устройств обработки информации, а также существенно улучшить функциональность уже имеющихся устройств.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120102090066-3, 02.10.2020

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ДНК-СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРИЗОВАННЫХ ТИАЗИНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

Цель проекта – создание электрохимического ДНК-сенсора на основе электрода, модифицированного электрополимеризованными фенотиазиновыми красителями (тионин, метиленовый синий, азур Б, иные производные фенотиазина) и их смесями.

Новизна проекта связана с возможностью варьировать электрохимические характеристики покрытий, а также аналитические характеристики сенсоров на их основе путем изменения состава смеси мономеров и предварительной модификации электрода медиаторами и углеродными наночастицами. Потребность в таких электродах связана с их использованием для регистрации взаимодействий ДНК - лекарство, что необходимо для скрининга новых, более эффективных лекарств и контроля фармакокинетики по остаточным количествам препаратов в урине и сыворотке крови больного. Также полученные ДНК-сенсоры будут использованы для установления окислительного стресса (по повреждению ДНК) и анализу пищевых добавок и продуктов (по подавлению окислительного повреждения биомолекулы).

Для достижения поставленной цели будут получены пленки полимеров, изучена связь их характеристик с предварительной модификацией электрода углеродной чернью и восстановленным оксидом графена, а также пиллар и пилларареном, установлены рабочие условия для введения в состав поверхностного слоя ДНК и определено влияние биохимических взаимодействий ДНК на вольтамперометрический и импедиметрический сигнал сенсора.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120102690034-6, 07.10.2020

МАКСЕНЫ И ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В данной работе показаны исследования применение двумерных (2D) материалов, то есть графена и функционализированного MoS_2, а также максенов в солнечных элементах на основе перовскита (PSCs) путем разработки интерфейса стандартной мезоскопической структуры n-i-p.

Применение двумерных материалов было успешно транслировано на солнечные модули с большой площадью перовскита (PSM), достигнуты значения КПД 13,4 % и 15,3 % на активных площадях 108 $см^2$ и 82 $см^2$ соответственно. Эта производительность показана на рекордно высокой апертуре с индексом активной области (AIAPCE) 1266,5 % $см^2$. Кроме того, PSM на основе 2D материалов демонстрируют высокую стабильность при длительном (>1000 ч) испытании на термическое напряжение при температуре 65 °C (ISOS-D2), что представляет собой решающий шаг в использовании фотоэлектрической технологии на основе перовскита. Был продемонстрирован успешный подход к проектированию структуры солнечных элементов на основе перовскита p-i-n с использованием двумерных карбидов, нитридов и карбонитридов переходных металлов (MXenes), достигнуты КПД более 19%.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120092890084-3, 24.09.2020

НАНОСТРУКТУРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Данный проект – это комплексное исследование в области наноструктурированных керамических и металлокерамических материалов, имеющих различные энергетические применения. Проект состоит из четырех новых направлений, которые направлены на разработку новых передовых технологий получения наноматериалов. Первое направление связанно с исследованиями принципиальной возможности прямого изготовления наноструктурированной керамики на основе карбида бора (B_4C) совмещением методов СВС и Горячего Прессования (ГП). Новая технология может быть использована для производства нейтронных поглотителей на атомных электростанциях. Второе направление, это создание технологии получения керамических материалов с низкой теплопроводностью. Новый метод предполагает синтеза сферических наноструктурированных полых частиц металлов и оксидов, с последующим их спеканием и получением пористых материалов с предельно низкими коэффициентами теплопроводности. Основное применение таких материалов связано с изготовлением термической защиты космических летательных аппаратов. Третье направление, связано с созданием новых металлокерамических нанофазных псевдосплавов с уникальными тепло- и электрофизическими свойствами. Основное применения таких материалов, это высокомощные вакуумные размыкатели. Четвертое направление, связано с новыми методами синтеза двумерных кристаллов включая графен, WO_3 и MoS_2, для использования в солнечной энергетике.

Таким образом, все вышеперечисленные направления исследования объединены с фундаментальной точки зрения получением наноструктурных материалов, а с прикладной точки зрения – все эти материалы имеют перспективу различного рода энергетических применений.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120072290047-6, 22.07.2020

УМНЫЕ МЕМБРАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АДАПТИРУЕМЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ В ГАЗОВЫХ И ЖИДКИХ СРЕДАХ

Проект направлен на разработку и изучение новых классов мембранных материалов, ключевые характеристики которых (проницаемость и селективность), можно изменять с помощью внешних воздействий. Актуальность данного исследования непосредственно связана с активным

развитием мембранных технологий и их внедрением во многие технологические процессы. Использование мембран с характеристиками, регулируемыми внешним воздействием, позволит дополнительно расширить области применения мембранных материалов за счет возможности подстройки процесса разделения при изменении состава сырьевой смеси.

Для решения задач, поставленных в проекте, предполагается создание и изучение свойств «умных» мембранных материалов на основе каркасных структур (гексацианоферраты, металлоорганические каркасные структуры на основе тетрацианохинодиметана, функционализированных азабензолов и родственные соединений), проводящих полимеров (полианилина, полипиррола, полиэтилендиокситиофена и их производных) и слоистых двумерных соединений (оксида графена, восстановленного оксида графена, слоистые карбиды и дисульфидов металлов, нанолистов CdTe), характеристики которых можно варьировать за счет воздействия внешних полей. Для снижения вклада основы мембраны в процессы массопереноса в качестве подложек для формирования селективных слоев будут использованы пленки пористого оксида алюминия варьируемого диаметра (10-100 нм) с иерархической структурой. Для формирования электропроводящих контактов будут использованы слои инертных металлов (Pt, Au, Pd), наносимые методами газофазного осаждения. Будут проведены исследования возможности электрохимического формирования плотных селективных слоев на основе электроактивных соединений, таких как проводящие полимеры и металлоорганические каркасные структуры. Также для формирования селективных слоев будут использованы химические и электрофоретические методы осаждения. Для сформированных мембранных материалов будет проведена комплексная характеризация микроструктуры и химического состава с привлечением широкого спектра аналитических методов. Функциональные свойства полученных структур будут исследованы в процессах газоразделения, первапорации и процессах разделения ионов в жидкой среде. Управление селективностью и проницаемостью полученных мембран предполагается проводить за счет воздействия внешних полей (приложение потенциала к мембране, а также облучение ультрафиолетовым и видимым светом). Для установления причин изменения селективности и проницаемости мембран под действием внешних полей будут проведены эксперименты в режимах in situ и in operando, позволяющие установить взаимосвязь между изменением в структуре материала и изменением его проницаемости. Экспериментальные данные будут сопоставлены с результатами моделирования процессов массопереноса, полученными с помощью полуэмпирических методов.

Научная новизна выполняемого проекта заключается в расширении класса материалов, используемых для создания переключаемых мембран, установлении механизмов их переключения, а также, в отработке методик контролируемого изменения свойств мембранных материалов за счет воздействия внешних полей. По результатам проекта будут установлены предпочтительные механизмы для управления транспортными характеристиками промышленно-применимых «умных» мембран для использования в различных технологических процессах.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А20-120100590069-5, 29.09.2020

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОННИКИ

Объектом исследования являются функциональные структуры на основе графенсодержащих материалов. Проведен анализ проблем миниатюризации ПАВ структур «графен-сегнетоэлектрик», разработка технологических приемов нанесения и структурирования слоёв графена на различных подложках, проведено исследование взаимодействия графена с диэлектрическими, сегнетоэлектрическими подложками и мембранами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ АААА-А20-120120190009-3, 19.11.2020

ТУЛИЕВЫЕ ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Волоконные лазеры сверхкоротких импульсов, активированные тулием, широко востребованы в многочисленных сферах фундаментального и прикладного характера, таких как спектроскопия, обработка материалов, сверхточное позиционирование, беспроводная оптическая связь, генерация новых оптических частот и оптического суперконтинуума. При использовании подобных лазерных систем в качестве оптической накачки для различных нелинейных сред возможно получение оптического суперконтинуума в среднем ИК-диапазоне, имеющего исключительно важное значение для высокоточного детектирования органических соединений в сверхнизких концентрациях, что востребовано в медицине, пищевой промышленности, экомониторинге.

В работе представлен обзор современных волоконных тулиевых лазерных систем, включая детальный анализ схем задающих генераторов, а также способов получения синхронизации мод. Особое внимание уделено описанию режимов генерации, имеющих как регулярный, так и нерегулярный характер. Актуальность тематики статьи подчеркнута предварительным кратким обзором основных областей применения тулиевых волоконных лазеров сверхкоротких импульсов: лидары, локация, генерация оптического суперконтинуума в нелинейных оптических средах, медицинские приложения, оптическая томография, спектроскопия.

В первом разделе статьи представлена систематизация тулиевых волоконных лазеров в зависимости от способа синхронизации мод: насыщающиеся поглотители (графен, черный фосфор, одностенные углеродные нанотрубки и др.), нелинейная эволюция поляризации, петлевые нелинейные зеркала и др., приведено детальное описание функциональных схем лазеров и полученных выходных характеристик. Описаны схемы тулиевых волоконных лазеров на основе активных световодов с положительной и отрицательной дисперсией групповых скоростей распространения излучения, приведены схемные решения лазеров в зависимости от режима работы

тулиевого лазера при суммарной аномальной, нулевой и нормальной дисперсии резонатора.

Во втором разделе статьи описаны основные схемные решения в зависимости от режимов генерации импульсов. Проведено разделение раздела на два блока: регулярные и нерегулярные импульсы. Проведен детальный анализ литературы по двум блокам. В первом блоке описаны основные регулярные режимы (солитонов, включая диссипативные и рамановскиесолитоны, симиларитонов и др.). Во втором блоке описаны нерегулярные режимы (мультисолитоны в виде солитонного дождя, солитоны высших порядков, мультисолитоны в виде связанных солитонов, шумоподобные импульсы и др.). Детально описана проблема масштабирования мощности в тулиевых волоконных лазерах сверхкоротких импульсов.

В третьем разделе детально рассмотрены прикладные аспекты применения волоконных тулиевых лазеров сверхкоротких импульсов. Логика раздела предусматривает разбиение на основе области применения: спектроскопия, обработка материалов, сверхточное позиционирование, беспроводная оптическая связь, генерация новых оптических частот и оптического суперконтинуума, медицина, пищевая промышленность, экомониторинг и др. – и описание схемо-технических решений лазеров для каждой области с указанием выходных характеристик излучения лазеров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА» (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-А20-120103090051-6, 30.10.2020

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ, ПОСТРОЕННЫХ ИЗ ФТОРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ И БОР-НИТРИДНЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ И НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Доставка лекарств внутри живого организма при помощи наночастиц широко используется в медицине, преимущественно для лечения опухолей. Ведется постоянное совершенствование систем доставки, проверяется эффективность новых наночастиц и функциональных групп, придающих им необходимые свойства. Современная квантовая химия способна предсказывать структуру и энергию систем доставки лекарств с высокой точностью, сопоставимой с экспериментальной, что позволяет значительно сократить количество необходимых дорогостоящих экспериментов.

Настоящий проект посвящен квантово-химическому моделированию адсорбции нескольких десятков низкомолекулярных лекарств на фторированные углеродные и бор-нитридные фуллерены. На примере чешуек графена было экспериментально доказано, что фторирование способствует эффективной доставке лекарств, обеспечивая хорошую адсорбцию, видимость углеродной наночастицы методами ядерного магнитного резонанса и возможность ее лазерного разогрева. Кривизна поверхности фуллеренов дает им некоторые дополнительные преимущества перед графеновыми чешуйками – хорошо контролируемый размер и повышенную адсорбционную способность.

В ходе проекта будет выяснено влияние концентрации фтора на адсорбционные свойства фуллеренов. Будет разработан ряд новых компьютерных алгоритмов, автоматически перебирающих различные конфигурации системы «фуллерен+лекарство» и выделяющие лучшие из них. Эти алгоритмы будут также полезны для исследования других наночастиц с точки зрения их использования для доставки лекарств.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОДЕЖИ

№ АААА-А20-120073090058-1, 28.07.2020

ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАДИЕНТНЫХ ЯЧЕИСТЫХ СТРУКТУР

Существующая концепция развития вооружений направлена на применение более высокотехнологичных материалов и инновационных технологий. Разработка новых методов и подходов, направленных на увеличение энергопоглощающей способности конструкционных материалов, является актуальной задачей.

В данном проекте будут разработаны энергопоглощающие материалы нового типа. Проект включает поиск новых топологий ТППМЭ с высокими механическими свойствами, для чего будут использованы подходы, применяемые в описании геометрии микромира – кристаллических структур. Для повышения эксплуатационных свойств энергопоглощающих конструкций также будет разработан новый композиционный материал для 3D печати, состоящий из матрицы на основе термпоэластопласта и сочетания двух- и трехмерных аллотропных модификаций углерода (графен и нанотрубки), формирующих трехмерный упрочняющий каркас.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ ХИМИИ СИЛИКАТОВ ИМ. И.В. ГРЕБЕНЩИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120070990033-8, 02.07.2020

ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕНСОРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ВИДИМОГО ДО РАДИОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

Цель работы: разработка сенсоров электромагнитного излучения и физических принципов их применения: детекторов оптического излучения на основе КРТ-структур, фотоприемников видимого и ближнего ИК-диапазона на основе нанослоев АЗВ6; детекторов терагерцового излучения на основе графена и тонких углеродных пленок, аппаратной и физико-математической базы технического зрения в радиоволновом диапазоне частот.

Задачи исследования: - Изучение процессов роста и свойств нанослоев АЗВ6; - Изучение процессов формирования наногетероэпитаксиальных структур; - Исследование применения материалов, взаимодействующих с электромагнитным излучением, для создания спектрометров; - Моделирование взаимодействия сфокусированного СШП излучения со средой; - Разработка голографических сенсоров.

Ожидаемые результаты: - Нахождение условий получения фоточувствительных нанослоев АЗВ6; - Разработка физико-технологических основ формирования оптических и электрофизических характеристик структур, выращиваемых методом МЛЭ; - Создание элементной базы спектрометров СВЧ и терагерцового диапазона частот; - Создание

физико-математической модели взаимодействия СШП излучения с плоским образцом материала для получения его электрофизических параметров; - Разработка физико-технологических основ голографических сенсоров для исследования внутренней структуры сред.

Полученные результаты могут использоваться при создании активных сред и сенсоров электромагнитного излучения от видимого до радиоволнового диапазона частот на их основе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120090390095-0, 03.09.2020

РАЗРАБОТКА, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОГО МУЛЬТИСЕНСОРНОГО ЧИПА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ АММИАКА, АЦЕТОНА И ПАРОВ СПИРТОВ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВ

Проект направлен на разработку сенсорных элементов, функционирующих при комнатной температуре и обладающих высокой специфичностью распознавания газов, на основе покрытий из наноструктурированных ковалентно-модифицированных производных графена (функционализированных графенов).

В рамках реализации проекта будут сформированы технологии получения функционализированных графенов и разработан новый класс мультисенсорных чипов на их основе. Ключевыми преимуществом разрабатываемых мультисенсорнов чипов является возможность их эксплуатации без необходимости нагрева при сохранении высокой чувствительности, что значительно снизит энергопотребление газоаналитических систем и повышает уровень их пожаро- и взрывобезопасности вследствие отсутствия нагревательных элементов, а также расширением набора газов, диагностируемых одним сенсорным чипом, по сравнению с коммерческими аналогами. Будет разработан масштабируемый метод производства разработанных материалов и покрытий, а также создана пилотная установка для мелкосерийного производства сенсорных чипов на их основе.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГРАФСЕНСОРС»

№ АААА-А20-120071490003-3, 29.06.2020

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ ИЗОБУТИЛЕНА И СТИРОЛА, ИНКОРПОРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОМАТЕРИАЛАМИ, В СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ

Широкой распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний и стремительным старением населения обусловлена высокая потребность клинической медицины в разработке новых кардиоваскулярных подходов и синтетических материалов, контактирующих с кровью: протезов клапанов сердца, сосудистых заменителей, стентов и др. Несмотря на значительные достижения в области создания новых материалов для кардиохирургии, их использование в клинической практике по-прежнему влечет риск осложнений, включая тромбоз, воспаление и дисфункцию искусственного заменителя.

Особо перспективным решением представленной проблемы могут стать нанокомпозиты на основе биосовместимых полимеров, инкорпорированных углеродными нанонаполнителями, такими как графен, оксид графен, углеродные нанотрубками и др. При достижении надлежащей структурной и межфазной организации нанокомпозиты с полимерной основой могут сочетать характеристики обоих компонентов: прочность наноуглеродов и эластичность и высокую гемосовместимость полимеров.

Научная новизна представленной идеи заключается в выборе оптимальных условий синтеза и обосновании возможности применения новых композитов на основе блок-сополимеров изобутилена и стирола, и углеродных наноматериалов в сердечно-сосудистом протезировании. В результате реализации проекта будет разработана методика получения полимерного нанокомпозита и исследованы его физико-механические свойства, способность к белковой и клеточной адгезии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ КОМПЛЕКСНЫХ ПРОБЛЕМ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ»

№ 121061800061-4, 17.06.2021

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХЕМОРЕЗИСТИВНЫХ ТЕСТ-СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ АНТИТЕЛАМИ ДЛЯ БЫСТРОГО ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА ВИРУСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

ДанныйПроектнаправленнапроведениефундаментальных исследований по формированию хеморезистивных тест-систем для иммуноферментного анализа (ИФА) вирусных заболеваний, в частности коронавируса COVID-19, на основе химических производных графена (функционализированных графенов) с иммобилизованными антителами.

Использование функционализированных графенов в качестве трансдьюсера позволяет одновременно повысить эффективность иммобилизации биораспознающего агента в результате его ковалентного связывания с органическими группами на графене и добиться высокого уровня хеморезистивного отклика вследствие высокой чувствительности электронной структуры графеновых слоев. Использование производных графена позволяет также обеспечить гибкость, высокую устойчивость к внешним воздействиям и биосовместимость разрабатываемых тест-систем.

В рамках проводимых фундаментальных исследований впервые будет получено комплексное представление о применимости функционализированных графенов различного состава и структуры в качестве трансдьюсера хеморезистивных тест-систем для ИФА анализа вирусных заболеваний. В частности, будут установлены особенности конфигурации иммобилизованных антител, их связывания с таргетными белками-маркерами вируса, процессов частичного переноса заряда и хеморезистивного отклика в трансдьюсере на основе функционализированных графенов в отличие от других углеродных наноматериалов.

В ходе реализации Проекта будут сформированы технологические основы формирования хеморезистивных

тест-систем нового поколения с высокой специфичностью, чувствительностью, устойчивостью к внешним воздействиям для диагностики инфекционных заболеваний, вызванных не только коронавирусом COVID-19, но и другими вирусами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121080400069-5, 29.07.2021

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР, ДЕКОРИРОВАННЫХ ЛИТИЙ-АККУМУЛИРУЮЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ

Перезаряжаемые источники тока, способные к быстрому обмену энергией с питаемой ими или заряжающей их системами, являются неотъемлемым атрибутом современного общества. Среди применяемых в настоящее время энергоаккумулирующих устройств большое значение имеют химические источники тока на основе различных электрохимических систем, особенно с твёрдыми активными материалами и жидкими, загущенными или полимерными электролитами, в вариантах как вторичных источников тока (аккумуляторов), так и суперконденсаторов.

Главная задача, решение которой преследуется в предлагаемом проекте — построение модели функционирования как электрохимических систем в целом, так и составляющих их электродных композитов, которая позволит прогнозировать функциональное поведение систем в режимах разных скоростей заряда и разряда при разных условиях эксплуатации.

Новизна исследований представляется в подходе к построению общей модели функционирования электрохимических систем, в перечне выделяемых факторов, а также в особенностях исследования этих факторов.

Построение модели предполагает совокупный учёт ряда явлений, в том числе: 1) распределения зарядов вблизи межфазных границ, 2) распределения концентрации потенциалопределяющих ионов и температуры в электрохимической системе при неравновесном протекании процесса. При этом будет уделяться внимание не только границе раздела электрохимически активного материала и электролита, но и области контакта трёх фаз: высокодисперсного электронопроводящего материала, электрохимически активного материала и электролита.

В качестве составляющих электрохимических систем предлагаются углеродные наноструктуры (графен, углеродные нанотрубки, их композиты в форме «колонного графена») — функциональные составляющие суперконденсаторов, а также фосфат ванадия-лития и титанат лития — материалы, способные к участию в высокоскоростных электродных реакциях внедрения и извлечения лития, функциональные составляющие литий-ионных аккумуляторов.

В рамках решения главной задачи предполагается совместная интерпретация результатов расчётов современными квантово-химическими методами применительно к выделяемым явлениям и результатов экспериментального наблюдения соответствующих закономерностей.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

№ 121051400067-1, 16.04.2021

ТРАНЗИСТОРЫ С ВЫСОКОЙ КРУТИЗНОЙ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Чувствительные детекторы излучения суб-терагерцового (0.1 – 1 ТГц) и терагерцового (1-10 ТГц) диапазонов являются необходимыми элементами беспроводных систем передачи данных нового поколения (6G Wi-Fi и более новые). Также важными приложениями терагерцового (ТГц) излучения являются дефектоскопия, медицинская диагностика наружных заболеваний, тестирование сверхбольших интегральных схем и радиоастрономия.

Предлагаемый проект ставит глобальную цель исследования целого класса транзисторов с высокой крутизной переключения в качестве детекторов терагерцового диапазона. К таким приборам относятся туннельные транзисторы, транзисторы с сегнетоэлектрическими подзатворными диэлектриками и приборы с отрицательной емкостью (также необходимо имеющие сегнетоэлектрический затвор). В качестве каналов в исследуемых транзисторах будут использованы атомарно тонкие двумерные материалы с малой шириной запрещенной зоны: двухслойный графен, халькогениды переходных металлов, черный фосфор. Выбор именно двумерных материалов обусловлен (1) лучшим (по сравнению с объемными МДП-структурами) контролем потенциала в канале с помощью напряжения на затворе, (2) отсутствием необходимости легирования приконтактных областей, (3) возможностью создания туннельного барьера исключительно с помощью подачи напряжений на последовательные затворы, без привлечения химического легирования. Результаты исследования позволяют получать чистые туннельные барьеры, без сильных флуктуаций характеристик типичных для структур с химическим легированием.

С практической точки зрения, ожидается достижения низких эквивалентных мощностей шума в данных устройствах, порядка 80 фВт/Гц при комнатной температуре. С фундаментальной точки зрения, процесс детектирования в подобных устройствах является слабо изученным. Поэтому вместе с исследованием нового перспективного класса приборов, проект ставит целью выяснение физических механизмов, ответственных за поглощение и выпрямление СВЧ-излучения в подобных транзисторах. Полученные фундаментальные результаты будут важны не только для разработки детекторов излучения, но и для понимания фундаментальных пределов характеристик транзисторов с высокой крутизной переключения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 121090300121-0, 24.08.2021

НОВЫЕ 0D/2D ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ ДЛЯ ФОТОНИКИ, СЕНСОРИКИ И КАТАЛИЗА

Двумерные наноматериалы представляют собой перспективную платформу для создания материалов, имеющих потенциал для использования в широком диапазоне применений: оптике, сенсорике, катализе. Препятствием на пути к повсеместному применению вновь синтезируемых двумерных наноматериалов различного химического состава является их низкая стабильность в окружающей среде при нормальных условиях. Альтернативой

к поиску новых низкоразмерных структур может служить функционализация известных структур дихалькогенидов металлов (ДПМ) и двумерных форм углерода, таких как графен и его производные (оксид графена (ОГ), восстановленный оксид графена) с целью придания им желаемых свойств. При помощи функционализации поверхности двумерных ДПМ и ОГ возможно не только повысить их стабильность в окружающей среде, но и значительно улучшить их характеристики.

Подбирая необходимые функциональные группы и тип адсорбированных молекул возможно создавать наноматериалы, обладающие заданными характеристиками. Так, например, адсорбция на поверхность 2D-материала органических молекул, обладающих дипольным моментом, позволит создать пьезоэлектрический мономолекулярный слой, а полученный материал ляжет в основу структур для наноэлектромеханических систем. Кроме того, функционализация известных двумерных материалов позволит расширить области их потенциального применения, а также создать совершенно новые приборы на их основе, в числе которых оптоэлектронные устройства, сверхчувствительные газовые сенсоры, катализаторы нового поколения, а также молекулярный двигатели и искусственные мышцы.

В данном проекте будет проведено детальное и всестороннее изучение масштабируемых способов функционализации поверхности 2D-наноматериалов, в том числе дихалькогенидов переходных металлов (MoS_2, $MoSe_2$ и др.) и производных графена (оксид графена, восстановленный оксид графена), посредством покрытия органическими молекулами (F4TCNQ, азотсодержащими и кислородсодержащими молекулами из ряда: имидазол, пиразол, бензимидазол, индазол, индол, фуран, пиран и др.) и металлорганическими комплексами (металлопорфирины, металлофталоцианины) как с помощью численных методов, так и проведения экспериментального синтеза и характеризации. Ключевой особенностью проекта станет использование масштабируемых методов функционализации наноструктур, что позволит в дальнейшем упростить путь от лабораторных исследований к крупномасштабному синтезу перспективных структур, демонстрирующих выдающиеся результаты в оптике, сенсорике и катализе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121052600244-1, 19.05.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ В ОБЛАСТИ НУКЛЕАЦИИ 3D НАНОМАТЕРИАЛОВ В ГАЗОРАЗРЯДНЫХ И ЭРОЗИОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ СТРУЯХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ

Электродуговые технологические процессы занимают ведущее место среди перспективных способов обработки материалов, в том числе для плазмохимического синтеза. Разработка высокоэффективных технологий синтеза наноразмерных материалов является важнейшей задачей, что требует всесторонних и комплексных исследований газоразрядной плазменной струи. Целью работы является исследование пространственно-временной эволюции многокомпонентной плазменной струи и динамики ее развития при синтезе углеродных нанотрубок, графена и их нанокомпозитов с медью с помощью методов спектральной диагностики. Плазма на участке рекомбинирующей струи характеризуется сильной неоднородностью, а ее свойства существенным образом зависят от состава плазмообразующего газа. С использованием спектроскопии высокого пространственного и временного разрешения и детального анализа состояния плазмы будет получено распределение концентрации и температуры электронов плазменной струи в зависимости от сорта плазмообразующего газа (аргон, азот, гелий), источника углерода (пропан, бутан, ацетилен, метан) и концентрации меди, поступающей в плазму вследствие эрозии электродов, на основе результатов обработки измерений специализированными программными комплексами.

Совокупность планируемых результатов позволит предложить новый метод формирования металл-углеродных материалов, который может служить научной основой для разработки конкурентоспособных плазменных нанотехнологий, в том числе для создания элементной базы следующего поколения в опто-, микро- и наноэлектронике, что определяет практическую значимость проекта.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121112400292-5, 22.11.2021

РАЗРАБОТКА МЕТАМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ОТ ШУМОВ, ВИБРАЦИИ, УДАРОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ: ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Данный проект посвящен исследованию метаматериалов – классу веществ со сложно организованной внутренней структурой (микроструктурой) и обладающих уникальными физико-механическими свойствами. Благодаря своим необычным свойствам, метаматериалы находят всё большее применение в различных сферах: в авиакосмической и автомобильной технике, для биомедицинских приложений, при строительстве зданий и сооружений. В частности, акустические метаматериалы используются как акустические поглотители. К числу метаматериалов можно отнести многие наноматериалы: графен, углеродные нанотрубки, фуллериты. На их основе можно создавать материалы и наноустройства, работающие в широком диапазоне температур, например, для демпфирования вибрационных и ударных воздействий. Очевидно, что как для прогноза физико-механических свойств создаваемых метаматериалов, так и для исследования различных процессов, протекающих в них, необходимы математические модели метаматериалов.

В данном проекте предлагается для разработки моделей применять метод структурного моделирования, который дает возможность устанавливать в аналитическом виде взаимосвязь между макрохарактеристиками среды и параметрами ее микроструктуры. Отличительной особенностью данного проекта в части проведения теоретических исследований является сочетание применения метода структурного моделирования с методом молекулярной динамики, что позволяет получать количественные оценки параметров микроструктуры реальных материалов. Теоретические исследования в проекте удачно дополняются экспериментальными. Так, планируется применение теории самосогласования волновых полей для исследования прохождения звука через ограждающие конструкции с применением акустических метаматериалов. Основным результатом выполнения проекта будет создание

материалов, обеспечивающих эффективную защиту среды обитания человека от шумов, вибрации, ударных воздействий и электромагнитного излучения.

Разработчик: ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОСТРОЕНИЯ РАН - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 121121300146-4, 08.12.2021

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ НАСЫЩАЮЩИХСЯ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ (УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ГРАФЕНА, 2D МАТЕРИАЛОВ, КВАНТОВЫХ ТОЧЕК) ДЛЯ ЛАЗЕРОВ СО СВЕРХКОРОТКИМИ ИМПУЛЬСАМИ

Сверхбыстрые твердотельные лазеры, в которых при использовании насыщающихся поглотителей (модуляторов пучков) реализуется режим самосинхронизации мод, очень популярны в связи с их простой конструкцией, высокой стабильностью, малым влиянием юстировки и низкой стоимостью. Они используются для многих приложений – для оптической связи, биомедицины, синтеза и обработки материалов, зондирования атмосферы и нелинейной спектроскопии.

Недавние исследования показали, что наноматериалы, в том числе, одностенные углеродные нанотрубки (ОУН), графен, 2D материалы, квантовые точки, обладают исключительными нелинейно-оптическими свойствами и в матрицах из полимеров могут быть использованы как более эффективные насыщающиеся поглотители, чем широко распространенные сегодня полупроводниковые. Использование различных наноматериалов обеспечивает расширение рабочего спектрального диапазона насыщающихся поглотителей от ультрафиолетовой (УФ) до средней инфракрасной (МК) спектральной области.

Одной из ключевых трудностей является достижение высокой и однородной дисперсии наноматериалов в полимерной матрице. Не менее важно использовать термостабильный полимер в качестве матрицы для диспергирования наноматериала при формировании насыщающегося поглотителя, поскольку плотности мощности используемых лазерных пучков велики.

В данном проекте впервые будут разработаны и исследованы композиты, содержащие термостабильный полимер (полиимид, модифицированный полиамид и другие) и высокодисперсные наноматериалы (одностенные углеродные нанотрубки, графен, 2D материалы, квантовые точки) для формирования сверхбыстрых насыщающихся поглотителей, используемых для реализации режима самосинхронизации мод и получения сверхкоротких (субпикосекундных) импульсов в различных твердотельных лазерах. Использование различных видов наноматериалов обеспечит расширение рабочего спектрального диапазона создаваемых насыщающихся поглотителей. Некоторые из таких композитов будут созданы впервые.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А21-121011290090-0, 12.01.2021

ДВУМЕРНЫЕ (2D) НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ

Целью проекта является создание новых двухмерных 2D/МО газочувствительных материалов, которые объединяют в своей структуре 2D подложки на основе графена (GO, rGO) или слоистых халькогенидов (MoS_2, $MoSe_2$, WS_2, WSe_2) и иммобилизованные на их поверхности наночастицы полупроводниковых оксидов металлов МО = SnO_2, ZnO, In_2O_3, Ga_2O_3, MoO_3, WO_3.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ 121021600004-7, 16.02.2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОКОМПОЗИТОВ ДЛЯ МИКРОСЕНСОРИКИ, ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА И МЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Новые функциональные материалы на основе наноструктурированных кремния и углерода представляют значительный научный и практический интерес для электроники и энергетики. В частности, показана перспективность их применения в химических и биологических наносенсорах, в системах хранения энергии и др. Целью проекта является получение новых функциональных материалов и структур для химических источников тока и сенсоров с улучшенными характеристиками, медицинских применений, исследование физических процессов в гетероструктурах на основе новых функциональных наноматериалов и нанокомпозитов.

Содержание работ: Создание многоуровневых кремниевых, селективных сенсорных структур, включающих интегрированные/гибридные мембраны и фильтры, чувствительные элементы. Получение нанокомпозитных материалов на основе наноструктурированного кремния, углерода (углеродные нанотрубки (УНТ), графена, глобулярного углерода), оксидов металлов, полианилина (ПАНИ) для химических источников тока и сенсоров с улучшенными характеристиками. Синтез гибридных нанокомпозитов на основе УНТ, ПАНИ и ионов металлов с селективной каталитической активностью для неферментативного определения содержания биомолекул в жидкостях. Исследование физических процессов в гетероструктурах на их основе.

Важнейшим элементом конструирования функциональных нанокомпозитных структур на углероде является численное моделирование стабильных дефектно-примесных комплексов на поверхности УНТ и при функционализации. Расчеты позволяют подобрать компоненты композитных структур, определить электронные свойства функционализированных стуктур. Таким образом, комплексные работы по созданию и исследованию многоуровневых композитных структур, планируемые в проекте, являются основой для создания новых интегрированных сенсорных структур и электродов в химических источниках тока с улучшенными характеристиками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121080400162-3, 04.08.2021

НАНОПОРИСТЫЕ СЛОИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА ДЛЯ ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МОЛЕКУЛ ЦЕЛЕВОГО ГАЗА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Объект исследования – газовый сенсор, нанопористые системы.

Цель работы – разработка контролируемых методов сорбции и транспорта газа в наноразмерных системах (порах, нанотрубках, межслоевом атомарном пространстве) и создание новых функциональных наноматериалов и устройств для задач сенсорной техники и селективной газовой фильтрации.

В результате выполнения работы будут получены и исследованы: новые нанопористые слои на основе углеродных материалов (углеродных нанотрубок, графена), разработаны методы их формирования, исследованы механизмы селективного сенсорного отклика при различной модификации данных материалов. На их основе будут созданы высокоселективные сенсорные структуры для задачи распознавания «образов» газов. Проект позволит сделать следующий шаг в дальнейшей реализации систем типа «электронный нос».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

№ 121101200070-5, 05.10.2021

ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ ТГЦ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА: ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ

В последние два десятилетия терагерцовые технологии развиваются всё более и более активно. Благодаря своим уникальным свойствам ТГц излучение традиционно находит применение в таких областях как медицинская диагностика, системы безопасности и космические исследования. Стремительное развитие телекоммуникаций уже сегодня привело нас к пятому поколению мобильной связи - 5G, которое работает на границе субтерагерцового диапазона (до 100 ГГц). Понятно, что для более высокоскоростной передачи данных требуются ещё более высокие частоты, что, в свою очередь, приводит нас в терагерцовый диапазон. Очевидно, что для создания прикладных устройств ТГц технологий необходима соответствующая элементная база: источники и детекторы излучения, модуляторы, фильтры и т.д. Коммерческие детекторы терагерцового излучения, доступные сейчас, обладают рядом недостатков: либо они слишком медленные, либо могут работать только при низких температурах, либо не обладают достаточной чувствительностью. В связи с этим, разработка быстрого, чувствительного детектора, работающего при комнатной температуре, является актуальной задачей.

Графен, благодаря своим уникальным свойствам, хорошо зарекомендовал себя как материал для ультрабыстрого чувствительного детектирования ТГц излучения при комнатных температурах. Однако ряд технологических ограничений и недостаточное понимание механизмов работы графеновых детекторов, пока что не позволяют использовать их повсеместно. Данная работа должна стать шагом на пути преодоления этих препятствий.

Взаимодействие терагерцовых детекторов на основе графена с излучением разной поляризации экспериментально практически не изучалось. Заявители проекта считают, что такое экспериментальное исследование поможет более глубоко понять фундаментальные механизмы работы детекторов. Ожидается, что в ходе выполнения проекта будут разработаны детекторы терагерцового излучения на основе высококачественного инкапсулированного графена чувствительные к поляризации и фазе, которые могут оказаться крайне полезными для различных приложений, например, для систем приема-передачи информации или для устройств ТГц фотоники (контроль фазы и поляризации может помочь кодировать информацию в передаваемом сигнале).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 121122700141-2, 24.12.2021

НОВЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТОВ В СТРУКТУРАХ ПЕРОВСКИТНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Важнейшим фактором для обеспечения высокой эффективности работы перовскитных оптоэлектронных устройств является точное соответствие энергетических уровней в гетеро структурах и снижение влияния дефектных состояний в объеме и интерфейсах. В последнее время перспективные низкоразмерные материалы все больше находят применение для изменения свойств полупроводников или границ перехода устройств. Использование новых типов соединений, таких как функционализированный графен, халькогениды переходных металлов и максенов позволяет добиваться существенных изменений положения энергетических уровней и пассивации дефектов. Важным направлением в области перовскитной оптоэлектроники является комплексный подход по исследованиям динамических процессов переноса заряда. В данном проекте будут использованы емкостные методы, релаксационная спектроскопия глубоких уровней для оценки изменения их концентраций ловушек со временем. Данный проект направлен на исследование новых подходов для повышения КПД и стабилизации работы солнечных элементов за счет целевого воздействия на заряженные дефекты функционализированными низкоразмерными материалами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

№ 122061700050-8, 16.06.2022

РАЗРАБОТКА БЕЗМЕТАЛЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ АЗОТ-ЛЕГИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ АНИОННЫМИ ГРУППАМИ

Проект направлен на создание новых активных и стабильных электрокатализаторов реакции восстановления кислорода. В качестве основы для таких катализаторов будут использованы углеродные наноматериалы (графен,

углеродные нанотрубки), легированные азотом и атомами переходных металлов. Ключевым моментом проекта является модификация полученных наноматериалов анионными группами, что позволит решить две критические задачи, возникающие при разработке наноразмерных материалов: стабилизацию дисперсий наночастиц и иммобилизацию наночастиц на электроде с сохранением дисперсности и равномерности распределения активного материала. Создание таких новых каталитических систем будет выполнено при помощи серии последовательных стадий – получение легированных углеродных материалов, модифицирование углеродных материалов анионными группами, иммобилизация модифицированных материалов в матрицу проводящего полимера. По отдельности каждая из указанных стадий достаточно хорошо описана в литературе в рамках соответствующих научных направлений, что обеспечивает достижимость цели проекта. Однако примеров совместного применения этих подходов для создания каталитических систем авторам проекта неизвестно.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122103100008-2, 27.10.2022

СОЗДАНИЕ МИНИАТЮРНЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ГАЗОВ

Целевым продуктом реализации инновационного проекта является устройство – датчик (первичный преобразователь) на основе новых двумерных материалов для детектирования токсичных газов.

Основной проблемой большинства разработанных детекторов газа является большое время отклика и восстановления, а также низкая чувствительность. Для решения указанных проблем в данном проекте предполагается разработать детекторы с высокой производительностью и скоростью детектирования на основе новых двумерных материалов. Принцип работы предлагаемых нанодетекторов основан на хеморезистивном детектировании. Чувствительные свойства материалов такого типа сильно зависят от их формы, размера, структуры и морфологии. Среди всех новых двумерных материалов трисульфид титана (TiS_3), дисульфид титана (TiS_2), дисульфид молибдена (MoS_2), графен и дисульфид вольфрама (WS_2) обладают исключительными электронными свойствами. Экономичность, низкая токсичность, высокая устойчивость к влаге и обилие ключевых элементов в природе делают новые двумерные материалы пригодными для применения в качестве детекторов газа.

В данной работе предполагается изготовить детекторы NO_2 и NH_3 как в гибкой, так и в твердотельной форме.

Ожидаемые характеристики разрабатываемых устройств следующие: – детектируемый газ: NO_2, NH_3; – предел обнаружения: менее 30 ppm; – рабочая температура: комнатная; – материалы чувствительного материала детектора: новые 2D материалы, такие как TiS_3, TiS_2, графен, WS2, MoS2 и т. д.; – принцип действия: хемирезистивный; – ориентировочная цена (для первичного преобразователя): 200 руб.; – размеры первичного преобразователя менее 1×1×0.1 см; – масса первичного преобразователя менее ≤10 г; – форма: гибкая или твердотельная.

В ходе выполнения проекта будут разработаны детекторы токсичных газов (прототипы первичных преобразователей), которые могут применяться как в существующих устройствах контроля (где в настоящее время часто используются импортные детекторы или первичные преобразователи на их основе), так и могут являться основой для разработки новых отечественных систем для детектирования опасных газов.

В результате выполнения проекта будет создан стенд для демонстрации работы газовых сенсоров. Более того, будет разработана технология изготовления гибких датчиков.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»

№ 122031700495-0, 16.03.2022

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ

Одним из главных требований, предъявляемых к радиофармпрепаратам (РФП), является целевое накопление в органе-мишени. Направленный транспорт РФП осуществляется при взаимодействии двух составляющих: носителя, доставляющего радиоактивный изотоп к органу-мишени; и самого изотопа, наработка и выделение которого является сложным процессом. Благодаря разнообразию радионуклидов и большому количеству потенциальных «транспортных средств», способных доставлять изотоп к органу-мишени, сегодня можно создать РФП для диагностики или лечения разных систем организма. Основными требованиями к наноносителю РФП являются биосовместимость, нетоксичность, селективное накопление в определенных органах, радиационная устойчивость и возможность к комплексообразованию с радионуклидом. Подобные свойства имеет углеродные наноструктуры – наноалмаз, графен/оксид графена, нанотрубки и др.

Целью проекта является разработка научных основ создания РФП на основе углеродных носителей для эффективных диагностики и лечения онкологических заболеваний. Задачами проекта являются изучение физико-химических свойств доступных наноматериалов, их стандартизация, и способы модификации для взаимодействия с целевыми радионуклидами, получение и выделение радионуклидов (99 Tc (99 mTc), 225 Ac и 223 Ra и дочерних изотопов), установление фундаментальных закономерностей сорбционных реакций на поверхности изучаемых материалов, изучение повышение эффективности сорбции радионуклидов и кинетической устойчивости к десорбции в растворах и физиологических жидкостях. В рамках данного проекта будут изучены углеродные наноматериалы с различной поверхностью и привитыми веществами-хелаторами, которые, согласно предварительным данным, способны эффективно сорбировать и удерживать различные радионуклиды. В рамках данного проекта будут изучены РФП с углеродными наноматериалами различного генезиса (наноалмазы, графен, нанотрубки и др.), а также распределения наиболее перспек-

тивных из изученных РФП в организме экспериментальных животных.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122020500041-5, 04.02.2022

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОРОШКОВ НАНОКОМПОЗИТОВ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ ВИСМУТА-СУРЬМЫ И ГРАФЕНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

Разработанные наноструктурированные композиты на основе графена будут использоваться при производстве термоэлектрических охлаждающих микромодулей (ТЭОМ), которые применяются в оптоэлектронике, микроэлектронике, телекоммуникациях, медицине, военной и космической технике для охлаждения и температурной стабилизации лазерных диодов, светодиодов и приемников ИК-излучения. ТЭОМ состоит из двух плоских теплопереходов, которыми являются керамические пластины на основе AlN или Al_2O_3. На одной стороне керамической пластины имеются коммутирующие медные шины, которые соединяют между собой ветви термоэлектрического материала n- и p-типов. Ветви ТЭМ состоят из наноструктурированных композитов на основе халькогенидов висмута-сурьмы и графена. Соединение коммутирующих пластин с ветвями термоэлемента осуществляется с помощью пайки. Для этого используют припои Sn-Sb или Sn-Au. Разработка наноструктурированных композитов на основе халькогенидов висмута-сурьмы и графена позволит повысить коэффициент термоэлектрической эффективности и термическую стабильность.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «НН «ТЕХНОЛОДЖИ»

№ 122041800167-4, 13.04.2022

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АРКТИКИ: САМООЧИЩАЮЩИЕСЯ АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Сверхгидрофобные защитные покрытия призваны увеличить срок службы техники и инженерных сооружений в экстремальных условиях эксплуатации, минимизировав контакт с жидкостями и загрязнениями. Для этого необходимо добиться воспроизведения эффекта лотоса, что придаст поверхности свойства самоочищаемости, а также улучшить физико-механические свойства покрытия для увеличения его механической прочности.

Для создания сверхгидрофобных покрытий предлагается использовать ксерогель на базе смеси из углеродных нанообъектов. Фторируя углеродные нанотрубки, можно изготовить ксерогель, отталкивающий не только воду, но и многие другие жидкости – масла, нефтепродукты. Другим способом улучшения характеристик является покрытие боковой поверхности углеродных нанотрубок и графена гидрофобными наночастицами для улучшения антиобледенительных свойств покрытия.

Углеродные нанообъекты уже находятся в стадии промышленного производства и достаточно дешевы для массового применения.

Новизна предлагаемого подхода заключается в том, что предлагаемый материал позволяет использовать все три подхода одновременно, вдобавок на его базе возможно создание «умного» покрытия, которое: – реагирует на повреждения, путем вскрытия специальных микрокапсул с гидрофобным лубрикантом, которые позволяют временно компенсировать убыль водоотталкивающих свойств. Это придает свойства самозалечивания; – позволяет в условиях экстремально низких температур сохранять антиобледенительные свойства, за счет компенсации потери эффекта лотоса электроподогревом. Это дает возможность гибко реагировать на изменения условий среды: при небольших похолоданиях защита работает в пассивном режиме и осуществляется за счет сверхгидрофобных свойств и не требует затрат энергии, при значительных – за счет подогрева или эффективного удержания антиобледенительных агентов; – имеет биоцидные свойства за счет нанокластеров диоксида титана как дополнительную опцию; – за счет высокой сорбционной способности дает возможность пропитывать поврежденные участки покрытия водоотталкивающим лубрикантом с целью оперативного ремонта даже после исчерпания лубриканта из микрокапсул.

Так же покрытие можно использовать для снятия статики. В ходе выполнения проекта будут получены данные, имеющие более общее значение для разработки новых функциональных материалов. Данные, полученные при комплексном изучении гидрофобных, электрофизических и прочностных свойств перколяционных сетей углеродных нанообъектов, могут быть также полезны для разработок электрохимических сенсоров, радиопоглощающих покрытий, полимерных проводящих и конструкционных композитов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРНЫЙ (АРКТИЧЕСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ 122082600019-1, 26.08.2022

ГИБРИДНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПАРЫ ТВЕРДАЯ ПЛЕНКА / АНТИФРИКЦИОННАЯ ПЛЕНКА, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

Альтернативная энергетика является динамично развивающейся отраслью. Стремительный рост данного сектора обусловлен, прежде всего, развитием солнечной, ветровой и гидроэнергетики. Однако некоторые узлы ветряного генератора, такие как роликовые подшипники главного вала и редукторов изнашиваются гораздо быстрее и требуют дорогостоящего ремонта. Для решения обозначенной проблемы предлагается разработать новый тип гибридных защитных износостойких покрытий, сочетающих высокую износостойкость, твердость и устойчивость к агрессивным средам. В основе подхода лежит управление трибомеханическими свойствами покрытия за счет синергетического эффекта твердого и антифрикционного твердосмазочного слоя. В предлагаемом материале графитоподобный нитрид углерода будет выступать в качестве

твердосмазочного слоя, а пленки TiSiN и SiBCN обеспечат твердость получаемого покрытия.

В данном проекте же предлагается формировать слой графитоподобного нитрида углерода на поверхности подложки в ходе химической реакции с использованием органических предшественников. Обоснованность выбора SiBCN в качестве твердого слоя гибридного покрытия определяется его высокой твердостью и окислительной термостойкостью. Предполагается, что принадлежность обоих слоев покрытия SiBCN/g-C_3N_4 к системе Si-B-C-N позволит улучшить адгезионные характеристики. Для создания таких гибридных многофункциональных покрытий TiSiN/g-C_3N_4 и SiBCN/g-C_3N_4 предполагается использование комбинации методов химического осаждения из газовой фазы для осаждения слоев g-C_3N_4 и SiBCN и физического осаждения из газовой фазы для осаждения слоев TiSiN. Выполнение проекта позволит установить корреляции между особенностями состава и строения полученных гибридных покрытий и их физико-механическими, трибологическими характеристиками, а также устойчивостью к воздействию агрессивных сред.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122112300096-9, 13.07.2022

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Цель проекта – разработка и усовершенствование технологий переработки, рециклинга, утилизации и ликвидации накопленного вреда (отходы производства и потребления); оценки рисков, минимизация загрязнения окружающей среды и методов ее реабилитации;, обеспечение экологической безопасности территорий, в том числе с накопленным экологическим вредом.

В результате проведения исследования планируется:– разработать способ применения промышленных отходов в качестве наполнителя для создания новых многофункциональных композиционных материалов, позволяющий снизить экологическую напряженность, использовать отходы в качестве вторичных сырьевых ресурсов, получить конкурентоспособный материал с хорошими экономическими показателями; – разработать технологии реабилитации почв загрязненных территорий, в том числе с накопленным экологическим вредом; – разработать технологии получения сорбционных материалов на основе многослойного оксида графена и способы их применения в «зеленых технологиях»; – разработать многофункциональные биоактивные композиционные материалы для очистки почв и вод от тяжелых металлов, поверхностно-активных веществ, нефтепродуктов, и повышения урожайности сельскохозяйственных культур; – разработать методологию очистки вод от различных поллютантов с помощью композиционных сорбционных материалов на основе отходов тяжелой промышленности; – разработать экологически и экономически обоснованный способ очистки вод и почв от нефтезагрязнений и тяжёлых металлов с помощью многофункционального композиционного магнитосорбента на основе на основе отходов агропромышленного комплекса; – исследовать возможность применения базидиомицетов для биодеградации органических ксенобиотиков в технологиях очистки воды и утилизации отходов; –разработать технологии биоремедиации загрязненных объектов окружающей среды; – разработать способы предотвращения заражения техники с применением дезактивирующих растворов на основе пен и гелей.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ 122011100200-8, 28.12.2021

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОНАПРЯЖЕННЫХ ПО ТЕПЛОВЫМ ПОТОКАМ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ДЛЯ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ

Проект направлен на проведение фундаментальных исследований по изучению процессов переноса в структурированных мини- и микроканальных теплообменниках. В проекте планируется проведение систематических научных исследований и разработок по четырем задачам: – изготовление и характеризация образцов с пористыми микроструктурами и графеновыми покрытиями; – исследование кипения в плоских микроканалах со слоем пористого или графенового покрытия при высоком локальном тепловыделении; –исследование динамики микропузырей на пористой стенке в микроканале и в микроканале с графеновым покрытием с рекордной скоростью до 8 600 000 кадров в секунду и рекордным разрешением до 200 нм на пиксель; – численное моделирование развития пузырей и теплообмена при локализованном источнике тепла со слоем пористого покрытия.

В проекте будут предложены новые подходы к интенсификации теплообмена при кипении в каналах. Основой таких подходов будет обеспечение максимальной протяженности линий контакта и максимальной скорости движения линий контакта посредством подбора пористости, морфологии, текстурирования, смачиваемости, гистерезиса контактных углов смачиваемости, шероховатости поверхностей, а также размеров каналов. Также будут выполнены исследования по следующим четырем направлениям: – на основе имеющегося опыта будут созданы пористые поверхности с покрытием из графена и фторированного графена (fluorinated graphene). Будут изучены свойства смачиваемости получившихся поверхностей для воды и других теплоносителей, и охарактеризована их структура; – будут проведены эксперименты по кипению в большом объеме. Будут найдены наиболее оптимальные поверхности и рабочие жидкости для интенсификации процесса кипения; – с использованием интенсифицированных поверхностей, разработанных российской стороной, а также с использованием расширяющихся каналов для подавления реверсивного движения пузырей, будет спроектирован миниканальный теплообменик для охлаждения энергонапряженной электроники; – будет разработана двухфазная замкнутая испарительная система охлаждения с мощностью теплоотвода 1 кВт при использовании таких теплоносителей, как HFC-245fa и HFO-1233zd. Будет разработан высокоэффективный миниканальный теплообменник, в котором будут учтены преимущества структурирования поверхности на микро- и наномасштабе. Новые данные позволят уточнить физические представления о теплообмене при кипении и кризисе на поверхностях с пористым и графеновым покрытием, в том числе при использовании легкокипящих жидкостей. Детальное исследование кипения в микро- и миниканалах при сверхвысоких тепловых потоках до 1 кВт/см^2 и выше, проведенное с использованием самых современных методов

диагностики, позволит получить прорывные результаты, которые могут оказать принципиальное влияние на развитие двухфазных технологий охлаждения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122050400020-8, 25.04.2022

РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ POINT-OF-CARE ДИАГНОСТИКИ И ОКАЗАНИЯ ЭКСТРЕННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Проект Разработка медицинской техники для point-of-care диагностики и оказания экстренной медицинской помощи состоит их трех частей: – разработка методов оценки функционального состояния микробиоты по уровню микробных метаболитов в биологических средах; – разработка высокочувствительного метода быстрой диагностики гриппа на основе биосенсора на плёнках графена; – ультразвуковая технология управления гемостазом.

Интестинальная микробиота человека в нормальном и патологическом состоянии различна. Микробиоценоз ротовой полости, желудка и тонкой кишки представляет собой систему, качественно и количественно реагирующую на состояние организма человека. В первой части проекта будет проведена идентификация и выбор веществ-биомаркеров процессов в норме и патологии, позволяющих характеризовать функциональную способность организма, также будут разработаны методы и методики определения уровня выбранных биомаркеров в жидких пробах (в слюне, желудочном соке, моче), а также в газообразных пробах (выдыхаемый воздух). Предполагается оценить корреляцию между видовым составом микробиоты пациента и его состоянием.

Целью второй части проекта является разработка диагностической системы с использованием биосенсора на основе плёнок графена для экспресс-диагностики вирусов гриппа с использованием специфических моноклональных антител и высокочувствительного прибора с программным обеспечением.

Биосенсор — это полупроводниковый прибор, действие которого основано на методе иммуноферментного анализа (ИФА) и позволяет определять вирусные белки в биологических образцах в низких концентрациях в течение одной минуты, что даёт возможность проводить тестирование в полевых условиях. Принцип работы тест-системы основан на детекции специфического связывания антитела, закреплённого на поверхности графена в сенсоре, с антигеном, находящимся в анализируемом образце (например, назофарингеальном мазке больного). Взаимодействие антиген-антитело изменяет сопротивление слоя графена, что с высокой чувствительностью и скоростью может быть зарегистрировано датчиком (потенциометром). В процессе анализа выявляется непосредственно антиген. По типу взаимодействия метод сопоставим с ИФА, по чувствительности — превосходит метод ПЦР, при этом проведение анализа не требует специальных лабораторных навыков. Прибор для детектирования может быть как стационарным, так и портативным, что позволяет проводить анализ непосредственно в месте нахождения пациента.

Ультразвуковая технология управления гемостазом заключается в использовании HIFU для остановки кровотечений. В третьей части проекта для повышения эффективности акустического гемостаза предлагается производить воздействие HIFU на сосуд на фоне предварительного введения активаторов тромбоцитов и свертывания крови. Несмотря на то, что систематическое изучение влияния HIFU на кровеносные сосуды проводится более 20 лет, широкого применения в клинической ангиологии данная технология еще не получила.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

№ 122081100021-2, 10.08.2022

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОРТАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА С ПОВЫШЕННЫМИ УДЕЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ

Разработка высокоэффективных электродных нанокомпозитных материалов для конструирования элементов питания, в том числе, электронной аппаратуры, представляет собой принципиальную научную проблему современного техногенного общества. Развитие инженерных методов и подходов к формированию и исследованию нанокомпозитов на основе металлополимерных мембран является фундаментальной задачей в области электроники и нанотехнологий. Размеры и форма частиц активного компонента, внедренного в полимерную мембрану, играют ключевую роль в повышении селективности и стабильности электродных материалов. В наноразмерном состоянии катализаторы могут проявлять уникальные свойства, поэтому совершенствование методов формирования и стабилизации наночастиц на функциональных матрицах-носителях позволяет получать материалы с повышенными характеристиками. Это наиболее актуально для создания современных источников тока, в которых требуется существенное увеличение удельных параметров (плотность тока, удельная мощность, массогабаритные размеры, ресурс работы) по сравнению с традиционными источниками тока. Можно ожидать, что формирование полиметаллических мембранных нанокомпозитов позволит решить ряд из вышеперечисленных проблем и стимулировать создание конструкционных материалов для микромощных элементов питания нового поколения. В качестве конструкционных материалов в источниках тока используется платина и ее сплавы в наноразмерном состоянии. Замена моно-наночастиц платины биметаллическими наночастицами на ее основе с другими металлами не только понижает содержание драгоценного металла в композите, но может способствовать увеличению функциональных параметров элемента питания. К настоящему времени известно множество различных матриц-носителей, успешно применяемых для создания электродных материалов, таких как пористые нано-подложки, полимерные мембраны, углеродные носители (углеродные нанотрубки, фуллерены, графен), которые позволяют увеличить удельную активность катализатора на 10-20 %, а также повысить срок его службы. Последние достижения в этой области сосредоточены на создании полифункциональных электродных материалов с использованием как полимерных, так и углеродных матриц-подложек.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МИРЭА - РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 122022600011-1, 24.02.2022

ЭЛЕКТРОДЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЛИТИЙ- И НАТРИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ: ГИБРИДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА И ОКСИДОВ И СУЛЬФИДОВ P- И D- ЭЛЕМЕНТОВ

Данный проект будет направлен на решение актуальных проблем, связанных с разработкой новых технологий, которые бы позволяли создавать экологически безопасные в производстве и утилизации источники тока с улучшенными электрохимическими характеристиками. Возможность создания таких технологий в значительной мере определяется решением научных проблем химии материалов, среди которых особенно актуальна проблема разработки новых электродных материалов для литий- и натрий-ионных аккумуляторов. Одна из новых задач, которые предполагается решить в рамках проекта, состоит в увеличении проводимости и устойчивости при длительном циклировании синтезированных в ходе Проекта 2016 материалов на основе восстановленного оксида графена и оксидов и сульфидов p- и d-элементов, обладающих высокими значениями емкости и хорошими скоростными характеристиками. Для этого необходимо предложить изменения в способы получения синтезированных ранее материалов и выполнить их дополнительную модификацию. Предлагается использовать подход, направленный на улучшение электрохимических характеристик электродных материалов, который основан на дополнительном введении проводящего органического полимера в состав композиционного анодного материала. Использование данного подхода позволит улучшить адаптируемость к изменению объема неорганических частиц электродного материала, взаимодействующих в ходе циклов заряда/разряда с литием или натрием, а также увеличить электронную проводимость. В качестве другого важного подхода, который будет использован в данном проекте, следует отметить направленность всех исследований на разработку экологически безопасных и технологически привлекательных процессов получения эффективных электродных материалов. В частности, предлагается получать композиционные материалы на основе оксидов и сульфидов олова, сурьмы и других элементов без использования токсичных органических оснований, которые будут заменены на водный раствор аммиака и щелочи.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.С. КУРНАКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 122081500027-0, 09.08.2022

ФОРМИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА С ВАРЬИРУЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ И ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ

Лазерно-индуцированный графен (ЛИГ) представляет собой графеноподобную пористую (пенистую) пленочную структуру, непосредственно формирующуюся на поверхности углеродосодержащего (обычно полимерного) материала при пиролизе лучом лазера, который движется по поверхности по заранее заданной программе. Формирование ЛИГ осуществляется в реальном масштабе времени в воздушной атмосфере при небольшой плотности мощности лазерного излучения, т.е. без применения дорогостоящего оборудования, дорогостоящих химических реагентов и без проведения сложных химических реакций, и различных рутинных манипуляций. Целью данного проекта является формирование ЛИГ с варьируемыми параметрами (толщина, степень гидрофильности поверхности, электропроводность, концентрация и подвижность носителей заряда, коэффициент преобразования лазерной мощности в фототок в широком диапазоне длин волн) с помощью непрерывного длинноволнового CO_2 (длина волны 10.6 мкм) и коротковолнового импульсно-периодического диодного лазеров (длина волны 0.45 мкм) для разработки и создания различных элементов электроники и оптоэлектроники с улучшенными характеристиками.

При выполнении проекта также будут проведены работы по исследованию анизотропии электропроводности пленочных структур ЛИГ и его влияния на характеристики быстродействующих ЛИГ-фотоприемников, предназначенных для регистрации временных форм импульсов лазеров, работающих в широком спектральном диапазоне, охватывающем ультрафиолетовый, видимый и инфракрасный диапазоны длин волн.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ 116012650043, 20.01.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ ПОКРЫТИЙ МАТЕРИАЛОВ ПЕРВОЙ СТЕНКИ ТЯР

Для успешного освоения термоядерной энергетики необходимо выбрать материалы защиты стенки вакуумной камеры и подробно изучить вопросы взаимодействия плазмы и компонентов термоядерного топлива с этими материалами. В настоящий момент, для ИТЭР, в качестве обращённых к плазме материалов (ОПМ), выбраны вольфрам и бериллий. От применения графита в роли компонентов ОПМ ИТЭР было принято решение отказаться. Однако, применение вольфрама в качестве покрытий на мелкозернистых графитах и углеродных композитах (CFC) в ненагруженных областях диверторной зоны, в перспективе возможно, как в ИТЭР, так и в реакторах следующего поколения (ДЕМО, ДЕМО-ПЭ), выбор ОП и конструкционных материалов для которых представляет ещё более сложную задачу. В рамках предлагаемого проекта планируется провести исследование влияния мощного плазменного и теплового облучения, моделирующего ELM-ы ИТЭРа, на характеристики вольфрамовых покрытий: морфологию, проводимость подложки и покрытия по дейтерию. Будут исследоваться вольфрамовые покрытия, различных толщин (0,46-200мкм), нанесенных несколькими методами (MS, VPS, PVD) на подложки из мелкозернистого графита. Несколько из исследуемых образцов вырезаны из запасного тайла токомака ASDEX-U.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ АААА-А16-116061010008-4, 09.06.2016

КОМПОЗИТЫ С 2D-ГРАФЕНОВЫМИ СТРУКТУРАМИ ДЛЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И КАТАЛИЗА ПРОЦЕССОВ С УЧАСТИЕМ ВОДОРОДА

Одним из основных проблем преобразования и накопления энергии с использованием водорода в качестве энергоносителя является создание компактного и безопасного обратимого хранения водорода, никель-металлогидридных перезаряжаемых батарей нового поколения и высокоэффективных катализаторов получения и окисления водорода для топливных элементов. Эту проблему предлагается решить путем разработки новых функциональных материалов на основе 2D-наноразмерных структур. Имеющийся у коллектива исполнителей многолетний опыт разработки материалов для водородной энергетики позволяет полагать, что технико-эксплуатационные характеристики аккумуляторов и генераторов водорода, водородных систем резервирования и аккумулирования электроэнергии и NiMH электрохимических источников тока можно значительно улучшить путем создания композитов с 2D-графеновыми структурами. Так, лимитирующими стадиями процессов «зарядки» (поглощение водорода порошком металлической фазы) и «разрядки» (выделение водорода из порошка гидрида) металлогидридного аккумулятора водорода многократного действия являются процессы теплообмена между гидридобразующими порошками, а покрытием порошков теплопроводящими графеновыми слоями можно ускорить теплообменные процессы, что улучшит технико-эксплуатационные характеристики аккумулятора. К тому же, на графеноподобные материалы легко наносить металлические катализаторы гидрирования, что еще больше ускорит процессы гидрирования и дегидрирования. При создании генераторов водорода термолизного типа используются плохо проводящие тепло порошки гидридов (AlH_3, MgH_2, $NaBH_4$, $LiAlH_4$ и др.), которые при покрытии графеновыми слоями будут образовывать теплопроводящие композиты, что позволяет управлять кинетикой выделения водорода путем регулирования скорости нагрева генератора. В случае генераторов гидролизного типа покрытие графеновыми слоями порошков легких металлов и гидридов позволит сохранить высокую дисперсность водо-реагирующих порошков, из-за чего легче организовать регулируемую скорость выделения водорода. В никель-металлогидридных батареях используются композиты из высокодисперсных порошков гидридов и оксидов с добавками электропроводящего графита и полимерного связующего, а покрытие анодных и катодных материалов электропроводящими и связующими графеновыми слоями позволит существенно уменьшить количество специальных добавок и, соответственно, улучшит характеристики NiMH источников тока. В ходе выполнения проекта будут проверены предложенные гипотезы, разработаны различные 2D-наноразмерные графеноподобные структуры и новые металлогидридные материалы с высоким содержанием обратимого водорода, выявлены оптимальные способы формирования наиболее эффективных металл-графеновых, гидрид-графеновых и оксид-графеновых композитов для энергетики и катализа, определены механизмы протекающих реакций и теплообменных процессов и выработаны научные основы создания аккумуляторов и генераторов водорода, катализаторов процессов гидрирования и окисления водорода, никель-металлогидридных источников тока нового поколения.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А17-117041710177-1, 27.03.2017

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СЕНСОРНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Данный проект направлен на исследование процессов функционализации углеродных наноматериалов для сенсорных применений. Работа направлена на получение активных слоев материалов для сенсорной техники (газовые сенсоры). В качестве объектов, используемых для функционализации, используются многостенные углеродные нанотрубки, оксид графита и восстановленный оксид графита. Рассмотрено влияние времени функционализации на качественный и количественный состав поверхностных функциональных групп. Проанализировано изменение дефектности углеродных наноматериалов в процессе их плазменной функционализации. Эффективность проведенной функционализации оценивалась по отклику газовых сенсоров по отношению к модельным газовым системам.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А17-117031310056-4, 09.03.2017

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ БЕЗАСБЕСТОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ЛИСТОВОГО ПРОКЛАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГРАФИТА (ЛПМ-Г)

В рамках реализации комплексного проекта будет разработана технология получения многослойный ламинированный материал на основе матрицы из терморасширенного графита высокой чистоты, армированной прецизионным металлическим прокатом, который обеспечивает высокую надежность уплотнения при жестких условиях эксплуатации. Основные отрасли применения – тепловая энергетика, нефтехимический сектор, машиностроение. Целью настоящего НИОКТР направлен на разработку методик испытаний технологии и определение свойств безасбестового композиционного листового прокладочного материала (ЛПМ –Г), предназначенного для получения уплотнительных прокладок, работающих в условиях воздействия интенсивного потока коррозионно-активных сред, температуры и давлении.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-А17-117101940017-0, 04.10.2017

РАЗРАБОТКА БИОСОВМЕСТИМЫХ ПРОВОДЯЩИХ ГИДРОГЕЛЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИОСЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ

В ходе выполнения проекта будут разработаны проводящие биосовместимые гидрогели для обеспечения стабильного и устойчивого сигнала электродов, модифицированных ферментами и целыми клетками микроорганизмов. Принципиальной особенностью запланированных исследований будет являться использование углеродных наноматериалов (углеродных нанотрубок и терморасширенного графита с различными характеристиками) совместно с иммобилизованными клетками и выделенными из них ферментами и регистрация их активности с помощью вольтамперометрических преобразователей, применяемых при создании биосенсорных устройств. Полученные результаты позволят существенно продвинуться в области создания устройств, основанных на сопряжении биологического материала и электрохимических преобразователей (биосенсоры, биотопливные элементы, имплантируемые медицинские устройства).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А19-119111490071-9, 12.11.2019

ИЗУЧЕНИЕ БИОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТА «ПЕДОТ/ТЕРМОРАСШИРЕННЫЙ ГРАФИТ/БИОКАТАЛИЗАТОР» ДЛЯ МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Проект нацелен на поиск эффективной комбинации биокатализатора, проводящего полимера и наноматериала. Полученный композит может быть использован для создания высокоэффективных микробных топливных элементов (МТЭ), используемых в экологическом мониторинге или очистке стоков пищевой промышленности. Для создания микробных топливных элементов (МТЭ) перспективен намеченный в проекте выбор эффективных микробных биокатализаторов, а также оценка функционирования новых элементов – проводящего полимера PEDOT (поли(3,4этилендиокситиофен)), применяемого в сочетании с терморасширенным графитом (ТРГ). Будет проведено сравнение изменений электрохимических свойств бактерий рода Gluconobacter и дрожжей рода Pichia при воздействии проводящих полимеров и наноматериалов. В Проекте планируется комбинированное исследование свойств гибридной композиции «биокатализатор - модифицированные электроды» для клеток с проводящим полимером PEDOT, включающим терморасширенный графит. Для системы «биокатализатор – PEDOT-ТРГ» будет дана оценка возможности проводящего полимера и наноматериалов оказывать влияние на энергетические характеристики МТЭ. Полученные результаты составят основу для описания процессов, происходящих в ячейке МТЭ, уравнениями Михаэлиса-Ментен и Хилла, представлением эквивалентных электрических схем и созданием математической модели МТЭ. Будут сформулированы возможные условия применения разработанных композитов в макетах МТЭ, направленных на решение экологических задач очистки водных фаз, содержащих субстратно богатые компоненты (например, отработанная спиртовая барда).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ПУЩИНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119111890081-4, 18.11.2019

ОЧИСТКА ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ЭКОТОКСИКАНТОВ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА

Проект направлен на разработку воспроизводимых методов получения терморасширенного графита из соединений соинтеркалирования нитрата графита и исследование физико-химических свойств сорбента на основе ТРГ с целью его использования для очистки вод при орошении сельскохозяйственных объектов. При выполнении проекта будут проведены комплексные исследования структуры, морфологии и физико-химических свойств, полученных ССНГ и ТРГ на их основе, а также будет обоснован выбор и предложен наиболее подходящий предшественник для разработки углеродного сорбента. Будет исследована сорбционная способность терморасширенного графита по отношению к ионам тяжелых металлов, органическим соединениям и нефтепродуктам с помощью совокупности современных физико-химических методов анализа (рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, микрорентгеноспектральный анализ, гравиметрический метод анализа, ЯМР 1Н спектроскопия, атомно-адсорбционная спектрометрия, фотоколориметрия). Будет показана возможность практического применения терморасширенного графита при очистке вод для орошения сельскохозяйственных объектов, проведена эколого-экономическая оценка предлагаемого способа получения сорбента. Комплексный подход к решению поставленной задачи позволит установить взаимосвязь между условиями химического синтеза ССНГ и физико-химическими свойствами ТРГ, полученного на их основе, что, в свою очередь, позволит обосновать выбор и предложить наиболее подходящий предшественник для разработки углеродного сорбента. Полученные данные могут быть использованы для разработки эффективного сорбционного материала, который может быть применен при очистке вод для орошения сельскохозяйственных объектов. Что в дальнейшем приведет к созданию более эффективных и рентабельных технологий водоочистки.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОЭКОЛОГИИ, КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ И ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

№ АААА-А19-119022190058-2, 19.02.2019

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ГЕНЕРАЦИИ И АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ, В Т. Ч. НЕОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Проект направлен на исследование электрохимических и физико-химических свойств различных углеродных материалов (графенов разного генезиса, образцов графитов, отличающихся формой и размерами частиц, нанотрубок, активированных углей и др., коммерческих и специально разработанных) в качестве материалов и компонентов положительного электрода алюминий-ионного аккумулятора и электродов двойнослойных суперконденсаторов. Исследование влияния пористой структуры углеродных материалов и электродов на емкостные характеристики электрохимического устройства. Исследование ресурсной стабильности алюминий-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов на основе разрабатываемых углеродных материалов с определением факторов, влияющих на ресурсную стабильность разрабатываемых устройств без снижения высоких удельных электрохимических характеристик. Цель данной работы – разработка технологий, позволяющих снизить зависимость энергетики от углеводородного топлива и повысить коэффициент использования установленной мощности электрогенерирующих установок. Исследования и разработки, направленные на создание воздушно-металлических топливных элементов и редокс систем с удельной энергией до 500 Втч/кг и удельной мощностью до 400 Вт/кг. Разработка новых катодных материалов с высокой электрохимической активностью и сниженной стоимостью. Исследования в области разработки перспективных методов и систем для накопления электрической и тепловой энергии.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120031090077-2, 10.03.2020

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИХ ПЕРЕНОСА В ВЫСОКОДИСПЕРСНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ФАЗЫ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫМИ МАТРИЦАМИ

Проект направлен на решение актуальной задачи расширения возможностей электрохимических сенсоров при определении электрохимически инертных соединений, востребованных в медицинской диагностике (биомаркеры, метаболиты, витамины, биополимеры). Для решения поставленной задачи предлагается разработать композитные материалы, представляющие собой дисперсии органических растворителей в твердотельных высокопористых матрицах, отличающихся по электропроводности, полярности и проницаемости для низкомолекулярных носителей заряда. В качестве сигнала будут измеряться характеристические изменения параметров электрохимического импеданса, а также токи переноса аналитов на границе жидких фаз, связанные с переносом заряда или изменением межфазного распределения органических красителей, добавляемых в дисперсии органической фазы. Для получения композитов планируется использовать золь-гель технологии, интеркалирование графита, химическую модификацию углеродных наноматериалов и импрегнирование полиэлектролитных комплексов. Модельными аналитами выступят дофамин, мочевина, лактат, витамины А и Е, ДНК и альбумин. Реализация проекта позволит создать общую технологию изготовления настраиваемых высокочувствительных сенсоров для медицинской диагностики в рамках направления персонифицированной медицины Стратегии научно-технологического развития России.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-А20-120112690025-3, 07.10.2020

АКУСТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ

Газонаполненные полимеры представляют собой композиционные материалы, состоящие из полимерной матрицы, наполненной газовыми включениями. Наиболее перспективными является терморасширенный графит, который применяют в нефтегазовой промышленности, атомной промышленности, химическом машиностроении, и пенополиэтилен применяемый для видрогашения колебаний физические свойства их практически не изучены. В рамках проекта планируется развитие бесконтактных акустической и электромагнитной технологий, использующих воздух в качестве переходной среды. Будут исследованы физические свойства стратегически важных материалов, обладающих уникальными свойствами (терморасширенный графит, пенополиэтилен), на основании которых предложены методики акустической структуроскопии и дефектоскопии этих материалов для диагностики неоднородных пористых сред с высоким затуханием звука и малым акустическим сопротивлением

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИЖЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.Т. КАЛАШНИКОВА»

№ АААА-А20-120011690060-0, 15.01.2020

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

В России существуют заводы по производству литий-ионных аккумуляторов, однако нет российской технологической и научной базы для производства компонентов для сборки ЛИА. В связи с этим, важнейшей задачей является создание условий для импорт независимого отечественного промышленного производства литий-ионных аккумуляторов, являющихся востребованными на мировом рынке устройствами хранения энергии. Для решения поставленной задачи необходимо создание производства компонентной базы литий-ионных аккумуляторов: материалов положительного и отрицательного электродов, в частности графита и композитов на его основе. Основной целью данной работы является создание материалов отрицательного электрода литий-ионных аккумуляторов на основе графита, а также кремний-

углеродных композитов с возможностью их получения на территории России.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ АААА-А20-120072190020-0, 21.07.2020

АП-19/342 «ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ, РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЗ НА РАЗРАБОТКУ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕМЕНТОВ ПАССИВНОГО ТЕПЛООТВОДА ВЫСОКОТЕПЛОНАГРУЖЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОНИКИ, СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ»

Объектом исследования являются теплопроводящие полимерные композиционные материалы в виде пленок, паст, прессованных композиций и тонкостенных углепластиковых конструкций. Цель работы – обосновать целесообразность разработки систем пассивного теплоотвода на основе полимерных материалов и неметаллических, в первую очередь, слоистых, наполнителей (графит, нитрид бора) по технико-экономическим характеристикам и потенциалу коммерциализации. В процессе работы проводились исследования патентной и научно-технической литературы, а также анализ патентной активности по соответствующей тематике. В рамках аналитического обзора с элементами маркетингового исследования обоснована технико-экономическая и коммерческая привлекательность рассматриваемых типов материалов, а также обоснованность дальнейшего проведения НИОКР по созданию опытно-промышленной линии после проведения численного и физического эксперимента. Проанализированы основные риски проекта, предложены модели коммерциализации. В результате работы была обоснована необходимость создания материалов на отечественной компонентной базе, причем с технической точки зрения наиболее целесообразным представляется обоснование структуры материалов методами численного моделирования и создание материалов заданной микрогеометрией, а с технико-экономической – создание комплексной опытной линии.

Разработчик: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФИТА «НИИГРАФИТ»

№ АААА-А21-121011390067-1, 11.01.2021

ПРОЕКТ РФФИ №20-48-596012 Р_НОЦ_ПЕРМСКИЙ КРАЙ «РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ИСПЫТАНИЙ, ИНЖИНИРИНГ И АТТЕСТАЦИЯ НОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ФТОРОПЛАСТА И ГРАФИТА»

Исследуются новые полимерные антифрикционные материалы на основе наполненных диспергированным графитом фторопластов, предназначенные для изготовления высоконагруженных тонких слоев в парах трения опорных частей мостов с шаровым сегментом. К ним предъявляется высочайшие требования по циклической износостойкости, низким коэффициенту трения, хладотекучести и наследственным явлениям, стабильности этих свойств в широком диапазоне температур, давлений и климатических воздействий. Данная задача требует разработки комплекса испытаний для определения перечисленных свойств материала, аттестации его эксплуатационной пригодности и идентификации уравнений состояния для расчетов прогноза изделий. Будет использована оптическая микроскопия испытанного материала для исследования изменения микроструктуры для экспресс-испытаний износостойкости. Предусмотрена разработка опытной технологии создания рассматриваемого класса материалов и целенаправленный инжиниринг композита, соответствующего предъявляемым требованиям, с ее использованием. Будет разработан комплекс испытаний для определения упругих, пластических и предельных свойств листовых материалов на основе терморасширенного графита в условиях, близких к условиям производства и эксплуатации уплотнительных изделий, а также идентификации уравнений состояния данного материала, демонстрирующего существенную зависимость перечисленных свойств от уплотнения и эффекты дилатансии, для численных расчетов задач производства и прогноза ресурса изделий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 121032500051-8, 24.03.2021

РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ ТЕХНОЛОГИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАГРЕВАЮЩЕЙСЯ РАСТЯГИВАЕМОЙ ПАСТЫ, РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕКСТИЛЕ, РАЗРАБОТКА ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ НАГРЕВАЮЩЕЙСЯ РАСТЯГИВАЕМОЙ ПАСТЫ И НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕКСТИЛЕ

Применение средств индивидуальной защиты от низких температур и обморожений необходимо для большей части населения. Однако, применение современных нагревательных элементов создает дискомфорт при ношении одежды – они являются неэластичными, кроме того, их конструкция является жесткой, что также вызывает неудобства. В результате выполнения работы будет разработана подогревающая растягиваемая паста для нанесения на текстиль. Разрабатываемый состав эластичной пасты должен обладать положительным коэффициентом сопротивления и тем самым исключить возможность перегрева, это также решит проблему с локальным «недогревом» в определенных участках пленки путем введения мелкодисперсного графита и углеродных нанотрубок. Одежда на основе подогревающей растягиваемой пасты создаст терапевтический эффект, также она будет легко интегрироваться в любую одежду и обувь и иметь долгий срок службы и малый вес.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «БОДИХИТ»

Диссертации

№ АААА-В19-419061990039-9, 19.06.2019

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ СДВИГОВОЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ ГРАФИТА ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель исследования – разработка технологических основ и режимов получения графенсодержащих суспензий методом сдвиговой эксфолиации графита, являющихся компонентами строительных материалов, бетона и эпоксидной смолы, с улучшенными физико-механическими характеристиками. Предложен и экспериментально обоснован новый механизм расслаивания кристаллического графита до малослойного графена, в котором сдвиговые напряжения между слоями создаются при одновременном контакте частицы графита с неподвижной и движущейся твердыми поверхностями. Установлено, что наиболее интенсивно расслаивание графита сдвигом осуществляется при скольжении клинообразного тела по неподвижной цилиндрической поверхности. На основе теории цепей Маркова разработана математическая модель процесса жидкофазной сдвиговой эксфолиации графита, позволяющая рассчитать время обработки, необходимое для достижения заданных характеристик готового продукта. Разработаны научно-технологические основы модифицирования эпоксидной смолы ЭД-20 графеном, отличающиеся от известных тем, что графен получают непосредственно в отвердителе сдвиговой эксфолиацией графита. Установлен синергетический эффект повышения прочности восстановленных балок при одновременном использовании модифицированных графеном бетона и эпоксидной смолы. Разработаны экологически чистый способ получения графенсодержащей суспензии и устройство для его реализации, определены режимные параметры, позволяющие получить суспензию с гарантированной концентрацией малослойного графена не менее 1,7 мг/мл, при сокращении энергозатрат в 7–10 раз. Разработана методика модифицирования бетона графеном, и установлено, что при концентрации графена 0,05–0,06 масс.% по отношению к цементу, прочность на сжатие повышается в 1,7 – 2,5 раза, на изгиб в 1,2 – 1,5 раза, а водопоглощение снижается в 2–3 раза, в зависимости от марки бетона. Разработана методика модифицирования эпоксидной смолы графеном, обеспечивающая при концентрации графена 0,05 масс.% увеличение ударной вязкости по Шарпи на 25–30%. Результаты работы были использованы при проектировании роторного аппарата для жидкофазной сдвиговой эксфолиации графита, который в настоящее время изготовлен в АО «ЗАВКОМ» (г. Тамбов) и проходит промышленные испытания в ООО «НаноТехЦентр (г. Тамбов)».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416022970028-3, 29.02.2016

НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ГЕКСАГОНАЛЬНОГО НИТРИДА БОРА: ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ МЕТОДАМИ РЕНТГЕНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И СКАНИРУЮЩЕЙ ТУННЕЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ

Цель: изучение особенностей формирования новых двумерных наноструктур на основе монослоев графена и гексагонального нитрида бора, а также возможностей модификации их физических свойств. Детально изучен процесс взаимодействия монослоя h-BN/Ir (111) с атомарным кислородом; предложен способ создания кислородзамещённых монослоёв гексагонального нитрида бора с контролируемым содержанием кислородных атомов, встроенных в решётку нитрида бора. Разработана методика выращивания высококачественного графена на поверхности (110) кристалла железа методом химического осаждения углеводородов из газообразной фазы без заметного образования карбида железа, дано объяснение влияния Fe 3d – C 2pπ связывания и структурного рассогласования Fe (110) и графена на морфологию сверхструктуры, образуемой графеном на Fe (110). Доказано, что бóльшая химическая активность поверхности кристалла Cu (111) в сравнении с Au (111) существенно влияет на динамику формирования графеновых нанолент, что обеспечивает возможность получения графеновых нанолент на меди при существенно более низких температурах, чем на золоте.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416033080038-4, 30.03.2016

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ МОНОАМИНОКСИДАЗНЫЕ БИОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОДОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИДЕПРЕССАНТОВ

Биосенсорные технологии рассматриваются в настоящее время как альтернатива существующим методам контроля качества лекарственных препаратов, особенно если применяют биосенсоры, созданные с использованием современных наноструктурированных материалов, что обусловливает актуальность решаемой проблемы, связанной с созданием амперометрических моноаминоксидазных биосенсоров на основе печатных графитовых электродов, модифицированных наноструктурированными углеродными материалами (нанотрубки, оксид и восстановленный оксид графена) и наночастицами металлов (Au, Ag, Cu, Ni), для определения антидепрессантов в биологических жидкостях и лекарственных препаратах. Анализ результатов, полученных методами микроскопии и спектроскопии электрохимического импеданса, позволил установить связи между морфологией поверхности электродов, сопротивлением переноса электрона наноматериалов на поверхности электродов и аналитическими характеристиками разрабатываемых биосенсоров, обосновать изменение аналитического сигнала, определить факторы, влияющие на их операционные характеристики. Доказана эффективность использования гиперразветвленных полиэфирополиолов Boltorn в составе модификаторов поверхности электродов и матричного материала биочувствительной части моноаминоксидазных

биосенсоров. Разработаны и апробированы методики высокочувствительного определения антидепрессантов до 0.2 нМ, в основу которых положен эффект ингибирования каталитической активности моноаминооксидазы, в объектах биомедицины (урина), в том числе в присутствии лекарственных препаратов другого терапевтического действия.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416110840047-8, 08.11.2016

ДЕТОНАЦИОННЫЙ НАНОАЛМАЗ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ НОСИТЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Для создания систем доставки ЛВ предложены большое число наноносителей, из которых наиболее перспективными являются углеродные носители – фуллерены, нанотрубки, графен. В последние годы стали рассматриваться и детонационные наноалмазы (ДНА). ДНА в промышленном масштабе получают детонацией взрывчатых веществ при утилизации боеприпасов. ДНА представляют собой ультрадисперсные углеродные материалы со средним размером частиц 5 нм, которые состоят из алмазного ядра, нарушенной углеродной оболочки и поверхностного слоя, образованного различными функциональными группами. ДНА нашли применение в создании гальванических покрытий, полимерных композициях, смазочных материалах, полировальных пастах, а также в системах магнитной записи. За счет ФГ поверхность ДНА можно направленно модифицировать и прививать на нее различные соединения, в том числе биологически активные и лекарственные. В последние годы ДНА стали привлекать пристальное внимание исследователей во всех развитых странах в качестве эффективных наноносителей в системах доставки биологически активных веществ и ЛВ. Это связано с оптимальной совокупностью их физико-химических и биофармацевтических свойств. При этом ДНА, как правило, не обладают канцерогенными или мутагенными свойствами, нетоксичны и биосовместимы. Высказано мнение, что ДНА может являться «идеальным наноносителем для создания систем доставки» ЛВ.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.П. ПАВЛОВА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

№ АААА-В17-417120650012-3, 06.12.2017

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ, ОСНАЩЕННЫХ РЕЖУЩИМИ ПЛАСТИНАМИ ИЗ КЕРАМИКИ, ПРИ ЧИСТОВОМ ТОЧЕНИИ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФЕНА И ТЕХНОЛОГИИ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ

Цель работы – повышение эксплуатационных характеристик токарных резцов при чистовом точении жаропрочного сплава ХН35ВТЮ посредством применения сменных многогранных режущих пластин из нового вида графеносодержащей армированной керамики, полученной по технологии искрового плазменного спекания. Установлена связь между основными технологическими режимами искрового плазменного спекания, структурой и свойствами керамического композита для изготовления сменной многогранной режущей пластины для токарного резца.

Установлена связь между процентным содержанием графена, структурой и свойствами керамического композита для изготовления сменной многогранной режущей пластины для токарного резца.

Установлена связь между процентным содержанием графена и эксплуатационными свойствами керамической многогранной режущей пластины для токарного резца при чистовом точении жаропрочного сплава ХН35ВТЮ.

На основе проведенных исследований получены зависимости влияния основных технологических режимов искрового плазменного спекания на свойства армированной керамики, определено влияние процентного содержания графена на микроструктуру и свойства режущей пластины токарного резца, выявлены особенности образования трибослоя графена на поверхности износа режущей пластины.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»

№ АААА-В17-417061650028-0, 16.06.2017

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ БИОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ДВУХМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОПТОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Цель: разработка высокочувствительных и селективных лазерных методов биодетектирования, позволяющих исследовать кинетику межмолекулярных взаимодействий, определять малые концентрации органических и неорганических веществ в растворах и газах, детектировать единичные молекулы. Предложен селективный метод биодетектирования, основанный на спектроскопии поверхностного плазмонного резонанса с использованием связующих слоев из оксида графена и однослойного графена.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-В19-419070190045-0, 01.07.2019

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ ВЕСОВЫХ ДОЗАТОРОВ ПОРОШКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Цель работы – совершенствование процесса двухстадийного дозирования и устройств для формирования отдельных порций, и их преобразования в непрерывный поток с учетом свойств углеродных наноматериалов и катализаторов для их производства. Предложена физическая модель процесса, дано математическое описание. Теоретически и экспериментально обоснованы диапазоны изменения основных режимных и геометрических параметров дозатора со спиральным питателем и преобразователем отдельных порций в непрерывный поток в виде цилиндрического вибролотка, совершающего крутильные колебания относительно продольной оси, обеспечивающих заданные значения производительности и точности непрерывного весового дозирования. Предложены способ непрерывного дозирования

с повышенной точностью, устройства для его реализации, методика расчета геометрических и режимных параметров дозатора, обеспечивающих заданную производительность и точность непрерывного весового дозирования сыпучих материалов. Разработан параметрический ряд дозаторов (три типоразмера) на основе унификации и оптимизации узлов формирования отдельных порций и их преобразования в непрерывный поток, обеспечивающий массовую производительность непрерывного весового дозирования от 0,01 до 0,5 г/с (от 0,6 до 30 г/мин.). Опытный образец дозатора с диаметром вибролотка 30 мм и производительностью от 0,01 до 0,125 г/с прошел испытания в составе установки для получения оксида графена, который является одним из основных модификаторов морозостойких пластичных смазок, разрабатываемых в соответствии с ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014 – 2020 годы» (соглашение о предоставлении субсидии от 26 сентября 2016 г. № 14.577.21.0253).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В19-419060790019-6, 07.06.2019

ФОРМИРОВАНИЕ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИХ И ХЕМОРЕЗИСТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Цель: поиск новых материалов и конструкций для изготовления мультисенсорных линеек на основе сенсоров термокаталитического и хеморезистивного типа, разработка метода распознавания газовых смесей на основе анализа комплексного сопротивления хеморезистивных элементов.

Предложены: способ изготовления мультисенсорных линеек на основе термокаталитических элементов дискретного типа, имеющих неоднородные параметры, сформированных как навесным монтажом, так и по микроэлектронной технологии на однокристальном чипе; способ изготовления и конструкция газового сенсора на основе титановой нити с мезопористым слоем, состоящим из нанотрубок TiO_2.

Разработаны и изучены однокристальные газоаналитические мультисенсорные элементы на основе самоорганизующихся нанолент графена, а также матричного слоя вискеров сульфида титана. Предложен метод распознавания газов с помощью анализа комплексного сопротивления хеморезистивных элементов. Результаты использованы в научных исследованиях профильных организаций и внедрены в учебный процесс подготовки студентов ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ 416030450005, 04.03.2016

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК С ГРАФИТОМ ИЛИ ЕГО МОДИФИКАЦИЯМИ

Получены новые научные и экспериментальные результаты, позволившие разработать смазки с высокими трибологическими характеристиками за счет использования графита и его модификаций в качестве добавки или загустителя. Изучено влияние добавок графита и его модификаций на свойства смазок разной природы. При изучении влияния концентрации и дисперсности добавки С-1 на трибологические характеристики литиевой смазки подтверждена рабочая гипотеза об эффективности степени дисперсности добавок в зависимости от формы контакта пары трения. При точечном контакте это влияние незначительно, при линейном и плоскостном контакте противоизносные характеристики улучшаются с увеличением степени дисперсности. Показана возможность замены дефицитного MoS_2 в смазках добавками фторированного графита или КАМ. Изучены смазки с использованием в качестве загустителя расширенного или высокодисперсного графита, и оптимизированы режимы механической обработки при их получении. Установлено, что адсорбционная способность ДАДТФЦ улучшает трибологические характеристики смазочной среды, но при длительных испытаниях и высоких концентрациях присадки (≥2,5% мас) ухудшаются противоизносные свойства.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416102120031-5, 21.10.2016

РАЗРАБОТКА РЕЗИН И ПРОРЕЗИНЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ХЛОРСУЛЬФИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА, СТОЙКИХ К АГРЕССИВНЫМ СРЕДАМ И ОТКРЫТОМУ ПЛАМЕНИ

Объекты исследования: хлорсульфированный полиэтилен марки МР-40, полихлоропрен марки Baypren 210, MgO, аминопропилтриэтоксисилан, эпоксидная смола ЭД-20, канифоль, тетраметилтиурамдисульфид, 1,2-меркапто-бензтиазол, метафенилендиамин, основание Манниха. Цель: разработка резин и облегченного изолирующего материала на основе хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ) с высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред и открытому пламени. Установлено существенное влияние природы поперечных связей на свойства резин на основе ХСПЭ. Наибольшей стойкостью к газообразным (хлор, аммиак) и жидким (концентрированные серная и соляная кислоты, раствор NaOH) агрессивным средам и растворителям обладают резины, вулканизованные радиацией. Выявлено, что разработанный состав антипиренов, включающий триоксид сурьмы, декабромдифенилоксид, гидроксид алюминия, полифосфат аммония и терморасширяющийся графит при содержании 60 мас. ч, не ухудшает деформационно-прочностные свойства резин на основе ХСПЭ и позволяет получать резины с высокой огнестойкостью, что связано с эффектом вспучивания и сохранением прочности после воздействия открытого пламени. Разработан облегченный изолирующий материал, обладающий комплексом защитных свойств, пригодный к эксплуатации в условиях воздействия газообразных и жидких агрессивных сред, и открытого пламени. Выпущена опытная

партия облегченного изолирующего защитного материала на промышленном оборудовании в АО «Казанский химический научно-исследовательский институт».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416012830045-4, 28.01.2016

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ ХРОМИСТОЙ СТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНЕВАКУУМНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКИ СМЕСЕЙ ПОРОШКОВЫХ КАРБИДООБРАЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Цель: повышение износостойкости и контактно-усталостной выносливости среднеуглеродистой хромистой стали путем наплавки карбидообразующих порошковых смесей с использованием энергии электронного пучка, выведенного в воздушную атмосферу. Проведены металлографические, электронно-микроскопические и рентгенофазовые исследования поверхностных слоев, сформированных вневакуумной электронно-лучевой наплавкой порошковых смесей титана, молибдена, тантала, ванадия и графита на заготовки из среднеуглеродистой стали марки 40Х. Изучена стойкость поверхностно модифицированных материалов в условиях трения скольжения, трения о закрепленные и нежестко закрепленные абразивные частицы. Проанализирована контактно-усталостная выносливость поверхностных слоев, упрочненных методом электронно-лучевой наплавки карбидообразующих порошковых смесей на стальные заготовки. Исследовано влияние морфологии, объемной доли и характера распределения карбидных частиц в структуре наплавленного слоя, а также типа матрицы на дюрометрические и триботехнические свойства полученных материалов. Изучено влияние дополнительного нагрева наплавленных слоев на их структуру и свойства. Разработаны технологические рекомендации по формированию износостойких слоев наплавкой карбидообразующих порошковых материалов с использованием энергии релятивистских электронов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В16-416122910161-2, 29.12.2016

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ AL-AL_2O_3 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАКЦИОННОГО СПЕКАНИЯ НА ВОЗДУХЕ ПОРОШКОВЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАГОТОВОК

Цель: установление влияния способа гранулирования алюминиевого порошка ПАП-2 на свойства материала Al-Al_2O_3 и разработка на этой основе технологии получения композиционных материалов различного функционального назначения. Выявлено, что при гранулировании алюминиевого порошка ПАП-2, содержащего на поверхности защитную пленку стеарина, добавление разбавленного водного раствора гидросиликата натрия (жидкого стекла) способствует протеканию на поверхности частиц химической реакции «омыления стеарина», что обеспечивает равномерное распределение частиц алюминиевого порошка ПАП-2 в смеси стеарата натрия с глицерином. Показано, что термическая обработка в воздушной среде гранулированной шихты, состоящей из смеси алюминиевых частиц ПАП-2 со стеаратом натрия и глицерина, приводит к образованию коксового остатка, равномерно распределенного по поверхности частиц в виде молекулярных слоев. Установлено, что коксовый остаток сохраняется в объеме реакционно-спеченного материала и выполняет функцию твердой смазки, обеспечивая возможность работы композита в условиях перманентного самосмазывания. Установлено, что гранулирование алюминиевого порошка ПАП-2, освобожденного от защитной пленки стеарина при предварительной термической обработке в среде с воздушной атмосферой, достигается за счет образования на поверхности частиц гидроксидной фазы Al-Al_2O_3•$3H_2O$ или фазы Na_2O•SiO_2•H_2O при добавлении воды или разбавленного водного раствора гидросиликата натрия (жидкого стекла) соответственно. Установлено, что при реакционном спекании сухой остаток жидкого стекла выступает в качестве активатора спекания порошковых заготовок из ПАП-2. Предложена совокупность основных химических реакций, описывающих механизм фазообразования композиционного материала в процессе реакционного спекания. Разработаны способы гранулирования промышленного алюминиевого порошка марки ПАП-2, обеспечивающие повышение насыпной плотности получаемой шихты и дополнительное её модифицирование. Разработаны технологические процессы получения новых композиционных материалов на основе Al-Al_2O_3, содержащих в качестве наполнителя дискретные волокна, фрагменты дюралевой стружки, отрезки стального троса, графит, зерна электрокорунда, каолиновые волокна, а также сферолиты технического глинозема. Разработанные материалы с широким диапазоном свойств могут быть использованы для создания износостойких, антифрикционных, абразивных, ударопрочных, теплоизоляционных и термостойких изделий.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ АААА-В16-416041320011-7, 13.04.2016

СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА И СОЕДИНЕНИЙ ГРАФИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Разработана технология и выбраны параметры получения сорбционных материалов на основе отходов полиэтилентерефталата, модифицированных терморасширенным или окисленным графитом. Исследованы химический состав, структура, физические и физико-механические свойства предложенных сорбентов. Доказаны эффективность использования полученных сорбционных материалов и перспективность их использования при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов Cu (II), Pb (II) и нефтепродуктов. Осуществлен подбор оптимальных параметров получения сорбционных материалов, обеспечивающих плавучесть и высокую сорбционную способность сорбентов по нефти – до 14,8 г/г и индустриальному маслу – до 7,6 г/г.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ AAAA-B16-416071870034-3, 18.07.2016

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХРОМА ИЗ РАСТВОРОВ CR(III), СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ И ДИСПЕРСНУЮ ФАЗУ

Установлено, что введение 5-фенил-3-(3-метокси-4-гидроксибензилиден)-3Н-фуран-2-она в электролит хромирования на основе Cr(III) способствует улучшению эксплуатационных свойств (коэффициент трения скольжения, коррозионная стойкость) хромовых покрытий. Впервые получены КЭП хром-нитрат графита и установлено, что включение частиц нитрата графита в металлическую матрицу хрома приводит к улучшению трибологических и коррозионных свойств формирующихся покрытий. Впервые получены КЭП хром-углеродные нанотрубки из электролита на основе Cr(III) в реверсивном режиме и показано, что внедрение нанотрубок в электролитические хромовые осадки способствует снижению коэффициента трения скольжения и повышению коррозионной стойкости. Разработаны технологические рекомендации по электроосаждению покрытий на основе хрома с улучшенными эксплуатационными свойствами из электролитов, содержащих Cr(III).

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

№ AAAA-B16-416070450067-4, 04.07.2016

ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПРОКЛАДКАМИ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА В ХИМИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ, РАБОТАЮЩЕМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ГАЗОВЫХ СРЕД

Исследованы конструкции фланцевых соединений с прокладками из нового материала на основе терморасширенного графита (ТРГ). Цель исследования – изучение герметизирующей способности прокладок, выполненных из ТРГ, и уточнение методов расчета круглых фланцевых соединений (КФС) на герметичность и прочность. Определены условия герметичности КФС с прокладками из ТРГ, получены их деформационные характеристики, данные по проницаемости и условия их разрушения. Сходимость результатов примерно 10%. Для практического использования в оборудовании химической промышленности усовершенствованы методики расчета герметичности, силовых и геометрических параметров КФС. Результаты работы внедрены в ОАО «ИЛЬМА» при разработке руководящего технического материала для проектирования КФС на основе ТРГ.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ AAAA-B16-416060840011-7, 08.06.2016

ИЗНОСОСТОЙКИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ДВУХ- И ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА С ТВЕРДОСМАЗОЧНЫМИ МИКРОЧАСТИЦАМИ И МИКРО- И НАНОНАПОЛНИТЕЛЯМИ

Изучено влияние типа, содержания и дисперсности различных твердосмазочных наполнителей (графита, дисульфида молибдена, стеарата кальция, нитрида бора, политетрафторэтилена) на структуру, механические и триботехнические свойства композиционных материалов на основе СВМПЭ. Показана возможность повышения износостойкости полимер-полимерных композитов на основе гибридной матрицы «СВМПЭ + ПТФЭ» при различном времени механической активации в планетарной шаровой мельнице, а также при введении микро- и нанонаполнителей.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ AAAA-B16-416021540023-4, 15.02.2016

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СОЗДАВАЕМЫХ ВЗРЫВНОЙ ОБРАБОТКОЙ ТЕРМОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАРИЛАТА И ПОЛИИМИДА

Цель: повышение теплофизических и прочностных свойств полимерных композитов на основе термостойких полиарилата и полиимида. Выявлены закономерности структурообразования металлонаполненных полиарилатов (50–90% металла) и полиимид-графитовых (30–70% графита) композитов в зависимости от параметров взрывного прессования и направления скользящего ударного фронта, состава и пористости порошковой композиционной смеси. Разработаны научно обоснованные практические рекомендации по выбору оптимального состава и условий взрывной обработки высоконаполненных композитов на основе полиарилата и полиимида, а также технологические процессы получения материалов с повышенными тепло-, термостойкостью и теплопроводностью, которые могут быть использованы в высоконагруженных узлах трения различного машиностроительного оборудования, а также в качестве тепло- и электропроводящих элементов. Предложена технология получения совместным взрывным прессованием двухслойных листовых металлополимерных материалов на основе полиимида с антифрикционным, коррозионностойким покрытием, содержащим фторопласт-4 и высокопрочным несущим металлополимерным слоем.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ AAAA-B17-417072140158-8, 21.07.2017

ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С САЛЬНИКОВЫМИ УПЛОТНЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ДЛЯ ГАЗОВЫХ СРЕД

Исследованы сальниковые набивки (СН) на основе терморасширенного графита (ТРГ). В результате силового анализа работы СН установлено, что отношение радиальных нагрузок на их внутреннем и внешнем диаметрах обратно пропорционально квадрату отношения этих диаметров. Разработаны методы экспериментального определения коэффициента бокового давления, деформационных характеристик и условий герметизации СН на основе ТРГ при использовании модели работы реального сальникового уплотнения. Определены зависимости коэффициентов бокового давления, трения и их произведения, модулей сжатия и восстановления, интенсивности релаксации напряжения СН от удельной нагрузки и давления среды, а

также условия герметизации СН. Результаты использованы в НПО «УНИХИМТЕК» при расчете сальниковых уплотнений с набивками на основе ТРГ для Белоярской АЭС.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В17-417021750019-1, 17.02.2017

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ДО 500°С

Объект исследования – терморасширенный графит (ТРГ) и композиционные материалы (КМ) на его основе. Цель исследования – разработка композиционных материалов на основе терморасширенного графита и уплотнительных устройств с их использованием с комплексом улучшенных физико-механических и триботехнических свойств для эксплуатации при повышенных температурах. Впервые выявлено наличие в частицах ТРГ стержневых элементов каркаса, выполняющих роль упрочняющих волокон в КМ. Установлено, что КМ на основе ТРГ имеют наибольшие физико-механические и триботехнические свойства при насыпной плотности порошка ТРГ, не превышающей 14 ± 1 кг/м^3, при которой распределение размеров частиц ТРГ определяется интервалом 0,1–3 мм. Установлена линейная зависимость между мультифрактальными параметрами микроструктуры КМ на основе ТРГ и их триботехническими свойствами.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ АААА-В18-518061590005-8, 15.06.2018

КОНФОРМАЦИОННЫЕ И КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ДНК И БЕЛКОВ НА ПОДЛОЖКЕ

Цель: развитие экспериментальных методов качественной идентификации и количественной оценки фундаментальных физико-химических характеристик ДНК, белков и структур на их основе для анализа их конформационных и кинетических особенностей на твердой подложке и взаимодействия с поверхностью крупных биологических объектов. Обнаружен, визуализирован и объяснён ряд новых физико-химических и молекулярно-биологических эффектов, в том числе самоупорядочение и направленный характер теплового движения молекул ДНК на периодической поверхности, амилоидная агрегация и полиморфизм белка сигма(70)-субъединицы РНК-полимеразы E. coli, влияние взаимного расположения конвергентных промоторов на транскрипционную интерференцию. Впервые развиты и применены подходы для АСМ-исследования транскрипции на поверхности модифицированного графита в режиме реального времени, анализа литического цикла бактериофага, идентификации биологических объектов определёнными биосенсорными поверхностями, а также предложены количественные критерии оценки специфического связывания аналита с биосенсорной поверхностью, основанные на применении трехмерного анализа АСМ-изображений этой поверхности. Разработанные подходы для анализа адсорбции, конформации, теплового движения и взаимодействия ДНК и белков на поверхности модифицированного графита могут быть использованы в исследовательской лабораторной практике при решении широкого спектра задач, связанных с изучением различных процессов с участием биополимеров.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

№ АААА-В18-418061390025-9, 13.06.2018

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИКНОВЕНИЯ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА ЧЕРЕЗ НИЗКОАКТИВИРУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Цель работы – определение характеристик материалов, перспективных для использования в различных частях плазменных установок, позволяющих рассчитывать потоки водорода через них. В качестве объектов исследования выступали: W-покрытия различных толщин, плазменно-осаждённые на подложки из графита; низкоактивируемая ф.-м. сталь ЭК-181; аустенитная сталь ЧС-68; низкоактивируемый сплав V-4Ti-4Cr, в том числе с осаждёнными покрытиями AlN/Al. Исследования проводились на установке ПИМ, подвергнутой глубокой модернизации. Большинство исследований проведено впервые. Полученные результаты представляют фундаментальный интерес для понимания процессов проникновения изотопов водорода в ТЯР-подобных условиях (плазменное облучение, давление, температура), а также могут быть использованы для обоснования выбора конструкционных и обращенных к плазме материалов для термоядерных установок следующего поколения, имеющих стратегический и национальный характер.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

№ АААА-В19-419072990009-8, 29.07.2019

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ АВТОЭМИССИОННЫХ КАТОДОВ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОК МУЛЬТИГРАФЕНА НА КАРБИДЕ КРЕМНИЯ

Рассмотрены вопросы, связанные с разработкой конструктивно-технологических решений изготовления и исследованием наноразмерных автоэмиссионных катодов на основе пленок мультиграфена на SiC. Дан анализ современного состояния и перспектив развития в области исследования и разработок элементов вакуумной автоэмиссионной микро- и наноэлектроники на основе углеродных наноматериалов. Представлены результаты теоретических исследований закономерностей влияния геометрических параметров наноразмерных автоэмиссионных ячеек на основе мультиграфена на полуизолирующем SiC на величину форм-фактора единичных острийных эмиттеров и многоэмиттерных катодов вертикального и планарного типов и однородность напряженности электрического поля у эмитирующей поверхности планарного катода в форме лезвия. Предложен механизм появления множественных «колец» на эмиссионном изображении катодов в форме острия вертикального типа, заключающийся в модификации эмитирующей поверхности, приводящей к локализации электронных потоков на аноде. Исследованы АСМ-изображения и КРС-спектр пленок мультиграфена на полуизолирующем карбиде кремния. Проведены экспериментальные исследования влияния технологических параметров фокусированного пучка ионов галлия на геометрические размеры области травления в образцах мультиграфена на полуизолирующем карбиде

кремния. Разработаны конструкции и технологический маршрут изготовления автоэмиссионных ячеек с наноразмерным межэлектродным расстоянием на основе пленок мультиграфена на SiC с использованием метода ФИП. Изготовлена и исследована автоэмиссионная ячейка планарного типа с наноразмерным межэлектродным расстоянием и эмиттером в форме острия на основе мультиграфена на полуизолирующем SiC. Результаты внедрены в ПАО «ГРАНИТ» и ООО «АВИАОК», Институте нанотехнологий, электроники и приборостроения ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет».

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 521041400077-7, 14.04.2021

«КАТАЛИЗАТОРЫ СИНТЕЗА ФИШЕРА–ТРОПША, СОДЕРЖАЩИЕ КОБАЛЬТ, ЦЕОЛИТ И ТЕПЛОПРОВОДЯЩУЮ ДОБАВКУ»

Диссертационная работа посвящена разработке многофункциональных композитных катализаторов синтеза Фишера–Тропша, содержащих кобальт, цеолит и теплопроводящую добавку. В качестве теплопроводящих компонентов использованы порошок металлического алюминия и терморасширенный графит. Катализаторы с двумя видами активного кобальта (скелетного и нанесенного пропиткой) охарактеризованы по сорбции азота, влагоемкости, коэффициенту теплопроводности, ТПВ и ТПД, ТГА, ТЭМ, СЭМ и рентгеновской томографии. Результаты работы показали, что созданные катализаторы обладают высокой производительностью в получении жидких углеводородов из CO и H2 в одну стадию благодаря интенсификации тепло- и массообмена. Предложен механизм синтеза Фишера–Тропша, совмещенного с превращениями его продуктов на активных центрах цеолита, и подтверждена основная роль цеолита. Впервые в качестве количественной оценки совместного вклада тепло- и массопереноса в грануле используется коэффициент связности, основанный на температуропроводности и объеме транспортных пор гранулы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СВЕРХТВЕРДЫХ И НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

№ АААА-В21-421011390030-2, 13.01.2021

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Объектом исследований является электроэрозионная обработка конструктивных элементов деталей, входящих в состав изделий специального назначения. Целью является повышение эффективности копировально-прошивной электроэрозионной обработки деталей, входящих в состав изделий специального назначения, путем применения электродов-инструментов из композиционного материала медь-коллоидный графит с содержанием графита 20%. Установлены закономерности, позволяющие оценить влияние материала электрода-инструмента на его эксплуатационные свойства и структурные изменения обрабатываемой поверхности при обработке легированных хромсодержащих сталей. Разработаны модели расчета параметров производительности и шероховатости в зависимости от режимов электроэрозионной обработки стали 40Х с применением электродов из композиционного материала. Полученные результаты на 35% повысили производительность электроэрозионной обработки детали “Винт”, изготовленной из стали 40Х. Получены акты внедрения в производственный процесс. Разработаны методические материалы для использования в учебном процессе.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422070600048-5, 06.07.2022

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ ЛОПАСТНЫХ РОТОРНЫХ ДИСПЕРГАТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ

Цель работы – разработка и расчет лопастных роторных диспергаторов проточного типа с подвижными лопастями для производства графеносодержащих суспензий и концентратов в промышленных масштабах. Предложен механизм сдвиговой эксфолиации графита в лопастном роторном диспергаторе (ЛРД) с подвижными лопастями и получены зависимости для расчета значений нормальных и тангенциальных напряжений, возникающих в частицах графита, которые необходимо обеспечивать при переходе от лабораторных установок к промышленным. Теоретически обосновано, что движение частицы происходит по винтовой линии и расслоение частицы осуществляется в зоне контакта подвижной лопасти с внутренней поверхностью статора, экспериментально установлено, что вероятность расслоения частиц графита определяется суммарной длиной пути в зоне эксфолиации. Разработана математическая модель процесса жидкофазной сдвиговой эксфолиации графита в зоне контакта подвижной лопасти с внутренней поверхностью статора в диспергаторе проточного типа. Дано теоретическое и экспериментальное обоснование диапазонов изменения основных режимных и геометрических параметров ЛРД с подвижными лопастями и получена зависимость для расчета его производительности по сухим нанопластинам графита. Предложен способ получения графеносодержащих суспензий сдвиговой эксфолиацией графита в непрерывном режиме и устройство для его реализации, отличающиеся тем, что эксфолиацию графита осуществляют последовательно в нескольких ЛРД, причем подачу исходной суспензии в первый диспергатор осуществляют насосом с фиксированным расходом. На базе полученных зависимостей разработана методика расчета производительности и основных режимных и конструктивных параметров ЛРД (патент РФ № 2737925). Разработана конструкция составной подвижной лопасти, которая позволила в процессе эксфолиации увеличивать касательные напряжения, возникающие в частицах и за счет этого повысить концентрацию графеновых пластин в суспензии на 15–20%, а степень преобразования графита в графеновые пластины – на 30%. Разработан параметрический ряд роторных аппаратов с подвижными лопастями на основе унификации и оптимизации конструкции подвижных лопастей и привода вращения ротора. Изготовлен лабораторный роторный аппарат с подвижными лопастями и опытно-промышленная установка для производства графеносодержащих суспензий

и концентратов, которые прошли испытания в ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 422052500055-0, 25.05.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ УГЛЕРОДНЫХ ФОЛЬГ

Предложен новый метод изготовления автокатодов из фольги терморасширенного графита импульсным лазерным излучением. Экспериментально продемонстрирована зависимость параметров автокатодов на основе фольги из терморасширенного графита от способа изготовления. Использована визуализация областей автокатода с максимальным фори-фактором для контроля качества изготавливаемых автокатодов. Разработана электронно-оптическая система и проведено компьютерное моделирование латерального катодно-модуляторного узла.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

№ 422062900232-0, 29.06.2022

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ НАНОПЛАСТИН СДВИГОВОЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ СЛОИСТЫХ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БЕТОНА

Цель работы – совершенствование технологии получения нанопластин из слоистых кристаллов жидкофазной сдвиговой эксфолиацией для повышения прочности и водонепроницаемости модифицированного бетона. Разработана методика получения нанопластин слоистых кристаллов в непрерывном режиме, основанная на жидкофазной эксфолиации в аппарате роторного типа за счет сдвиговых воздействий на частицы в зонах контакта подвижных лопастей ротора с неподвижным статором. Получены аналитические зависимости влияния размеров нанопластин на их массовую концентрацию в суспензии, вносимой в модифицируемый бетон, для обеспечения максимальных значений его основных эксплуатационных характеристик. Предложен способ производства нанопластин жидкофазной эксфолиацией слоистых кристаллов в каскадной системе роторных аппаратов. В каждом следующем роторном аппарате усилие, с которым подвижная лопасть прижимается к внутренней поверхности статора на 10-20% больше, чем в предыдущем. Это позволило увеличить степень превращения графита в нанопластины (более 95%) и повысить на 15-20% концентрацию этих пластин в суспензии. Предложена принципиальная технологическая схема реализации процесса. Экспериментально доказано, что при модифицировании бетона за счет уменьшения латеральных размеров и числа слоев нанопластин графита, возможно уменьшить их массовую концентрацию, сохранив значения эксплуатационных характеристик (уменьшение средней длины с 1 до 0,4 мкм и числа слоев с 6 до 3, позволило уменьшить концентрацию в 25 раз). Обнаружен синергетический эффект повышения прочности легкого бетона (до 50%) при одновременном использовании нанопластин вермикулита и графита. Технология комплексного модифицирования легкого бетона нанопластинами графита и вермикулита апробирована на предприятии Altaakhe Engineering Company (AEC) (Республика Ирак). При этом было установлено увеличение прочности на сжатие до 50% в сравнении с традиционным легким бетоном стандартной рецептуры.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГОСТ

№ 28759.10-2022, 01.07.2022

ФЛАНЦЫ СОСУДОВ И АППАРАТОВ. ПРОКЛАДКИ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА НА МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ЗУБЧАТОМ ОСНОВАНИИ. КОНСТРУКЦИЯ И РАЗМЕРЫ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на прокладки с металлическим основанием зубчатого профиля, плакированного уплотнительным материалом из терморасширенного графита, для фланцев по ГОСТ 28759.3, предназначенные для уплотнения и герметизации фланцевых соединений сосудов и аппаратов в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, газоперерабатывающей, нефтяной, газовой отрасли и других отраслях промышленности.

Разработчик: ПОДКОМИТЕТ ПК 12 «СОСУДЫ И АППАРАТЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ» ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ ТК 023 «НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ», АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ НЕФТЯНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ «ВНИИНЕФТЕМАШ» (АО «ВНИИНЕФТЕМАШ»), ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПЕТРОХИМ ИНЖИНИРИНГ» (ЗАО «ПХИ»), ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СИЛУР» (ООО «СИЛУР»)

№ 28759.11-2022, 01.07.2022

ФЛАНЦЫ СОСУДОВ И АППАРАТОВ. ПРОКЛАДКИ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА НА ВОЛНОВОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ОСНОВАНИИ. КОНСТРУКЦИЯ И РАЗМЕРЫ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на прокладки с металлическим основанием волнового профиля, плакированного уплотнительным материалом из терморасширенного графита, для фланцев по ГОСТ 28759.2 и ГОСТ 28759.3, предназначенные для уплотнения и герметизации фланцевых соединений сосудов и аппаратов в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, газоперерабатывающей, нефтяной, газовой отрасли и других отраслях промышленности.

Разработчик: ПОДКОМИТЕТ ПК 12 «СОСУДЫ И АППАРАТЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ» ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ ТК 023 «НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ», АО «ВНИИНЕФТЕМАШ», ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПЕТРОХИМ ИНЖИНИРИНГ» (ЗАО «ПХИ»), ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СИЛУР» (ООО «СИЛУР»)

№ 52376-2005, 01.01.2006

ПРОКЛАДКИ СПИРАЛЬНО-НАВИТЫЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ. ТИПЫ. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

Настоящий стандарт распространяется на спирально-навитые термостойкие прокладки с уплотнительным кольцом в виде навитой спирали из V-образных чередующихся слоев нержавеющей стальной ленты и наполнителя из терморасширенного графита или с ограничительным кольцом снаружи, внутри или с обеих сторон уплотнительного кольца для соединений арматуры, соединительных частей и трубопроводов с уплотнительными поверхностями исполнений 1-5, 8, 9 по ГОСТ 12815, номинальным (условным) давлением PN от 0,1 до 20,0 МПа (1 до 200 кгс/см кв.), температурой рабочей среды от минус 253 град. С до плюс 600 град. С, условным проходом (номинальным размером) DN от 10 до 3000 мм.

Разработчик: ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ФИРМА «СОЮЗ-01»

№ 34708-2021, 01.12.2021

АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Настоящий стандарт распространяется на материалы на основе терморасширенного графита (материалы ТРГ): графитовую фольгу и листовые графитовые материалы (армированные и неармированные), используемые для изготовления уплотнений, предназначенных для герметизации подвижных, неподвижных, бессланцевых соединений арматуры, трубопроводов, сосудов, аппаратов, насосов и другого оборудования, применяемых в тепловой и атомной энергетике, в мелиорации и коммунальном хозяйстве, в химической, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, газовой, автомобильной, судостроительной, авиационной, космической и других отраслях промышленности. Настоящий стандарт устанавливает основные технические требования к конструкции, изготовлению, стойкости к внешним воздействиям, методом контроля и испытаний, приемке и поставке материалов ТРГ.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СИЛУР» (ООО «СИЛУР»), АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «УНИХИМТЕК» (АО «УНИХИМТЕК») И АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО АРМАТУРОСТРОЕНИЯ» (АО «НПФ «ЦКБА»)

ТУ (технические условия)

№ 48-20-19-77, 01.01.1979

ТКАНЬ ГРАФИТИРОВАННАЯ МАРКИ ТГН-2М. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Настоящие технические условия распространяются на графитированную ткань марки ТГН-2М, предназначенную для использования в качестве наполнителя композиционных материалов различного назначения, фильтров агрессивных жидкостей, расплавов и газов.

Разработчик: НИИГРАФИТ

№ 48-20-150-89, 01.01.1991

МАТЕРИАЛЫ ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЕ МАРОК АФГМ, АФГ-80ВС, 7В-2А

Настоящие технические условия распространяются на графито-фторопластовые материалы марок АФГМ, ЛФГ-80ВС и 7В-2Л.

Графитофторопластовые материалы марок АФГМ и АФГ-80ВС применяются для изготовления поршневых и сальниковых уплотнений компрессоров без смазки: АФГМ – для компрессоров, сжимающих осушенные газы (точка росы ниже 0°С, влагосодержание менез 4 г/м^3).

АФГ-80ВС – для компрессоров, сжимающих влажные газы (точка росы выше 0°С, влагосодержанне более 4 г/м^3).

Графтофторопластовый материал марки 7В-2А применяется для изготовления вкладышей радиальных подшипников и колец упорных подшипников насосов, перекачивающих маловязкие жидкости. Рабочая температура от минус 186 до плюс 180°С. Графитофторопластовые материалы не предназначены для использования в узлах трения» непосредственно соприкасающихся с пищевыми продуктами, кроме материала марки АФГ-80ВС, который может быть применен в углекислотных компрессорах для получения сжиженного углекислого газа а сухого льда пищевого назначения.

Разработчик: ПО «СОЮЗУГЛЕРОД»

№ 5728-006-93978201-2008, 16.07.2008

ПРОКЛАДКИ УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ ИХ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА (ПУТГ). ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.

Настоящие технические условия распространяются на прокладки уплотнительные из терморасширенного графита (ТРГ), предназначенные для герметизации стандартных типов сопрягаемых поверхностей (гладких, «выступ-впадина», «шип-паз) неподвижных соединений, а также для уплотнения соединений (узлов) иного рода с конструкцией, согласованной с заказчиком, арматуры, трубопроводов, сосудов, аппаратов, насосов и другого оборудования используемого в тепловой и атомной энергетике, в химической, нефтеперерабатывающей, нефтедобывающей, газовой, судостроительной, авиационной и других отраслях промышленности, в мелиорации, во внутренних и наружных системах канализации, в коммунальном хозяйстве в контакте с различными средами, в том числе с питьевой водой.

Разработчик: ООО «СИЛУР»

№ 21-5810793-39-91, 01.09.1991

ЛЕНТА ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНАЯ С ГРАФИТОВЫМ ПОКРЫТИЕМ

Настоящие технические условия распространяются на ленту электронагревательную с графитовым покрытием, предназначенную для изготовления электронагревательных устройств различной конфигурации.

Разработчик: НПО «СОЮЗНЕРУД»

№ 48-20-134-86, 01.01.1987

ЭЛЕМЕНТЫ ГРАФИТОВЫЕ ПОД КВАРЦЕВЫЕ ТИГЛИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Настоящие технические условия распространяются на элементы графитовые под кварцевые тигли, применяемые для производства монокристаллического кремния, работающие в условиях инертного газа при температуре 1700–1800 °С.

Разработчик: НИИГРАФИТ

№ 48-20-153-90, 01.01.1991

ЗАГОТОВКИ ИЗ ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВОГО МАТЕРИАЛА МАРКИ 7В-2А ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Настоящие технические условия распространяются на заготовки из графитофторопластового материала марки 7В-2А, используемые для изготовления вкладышей осевых и радиальных подшипников скольжения, смазываемых водой, водным раствором борной кислоты, для циркуляционных насосов атомной энергетики. Рабочая температура среды до 180°С.

Разработчик: НИИГРАФИТ

ОСТ

№ 153-39.0-026-2002, 30.06.2003

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕРМОРАСЩЕПЛЕННОГО ГРАФИТОВОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Настоящий ОСТ распространяется на работы по сбору нефти и нефтяных пленок на воде, твердых поверхностях, грунтах, применяемых организациями и предприятиями нефтяной промышленности для предотвращения загрязнения водных объектов, твердых поверхностей и грунтов в результате аварийных и эксплуатационных разливов нефти.

Разработчик: ЗАО «ГАЗТУРБО»АУДИТОРАМИ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ ИСО 14000 И.Г.БОНДАРЕНКО Е.А.БУРМИСТРОВОЙ ПРИ УЧАСТИИ КОНСУЛЬТАНТА ОТ ЦНИИМФ МОРСКОГО ФЛОТА Г.Н.СЕМАНОВА; НАЧАЛЬНИКА ОТДЕЛА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА МЧС РОССИИ А.А. МАСЛОВА

РД (руководящие документы)

№ 153-34.1-39.605-2002, 01.11.2022

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УПЛОТНЕНИЙ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА В АРМАТУРЕ ТЭС

РД содержит комплекс требований, которыми следует руководствоваться при оценке соответствия приобретаемой предприятиями арматуры и комплектующих ее уплотнительных материалов условиям их эксплуатации, а также технические требования к комплектации и сборке узлов пароводяной арматуры с уплотнениями из терморасширенного графита при ее проектировании, изготовлении и поставке, при выполнении работ по ремонту и эксплуатации.

Разработчик: АО «ФИРМА ОРГРЕС», НПО «УНИХИМТЕК», АО «ЧЕХОВСКИЙ ЗАВОД ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ», ДЕПАРТАМЕНТОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И РАЗВИТИЯ, ДЕПАРТАМЕНТОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕМОНТА

№ 153-34.1-41.602-2002, 01.11.2022

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ДЛЯ УПЛОТНЕНИЙ ВАЛОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

РД содержит комплекс требований, которыми следует руководствоваться при оценке соответствия применяемых уплотнительных материалов условиям эксплуатации сальникового уплотнения вала насоса, а также технические требования к комплектации и сборке узлов сальникового уплотнения вала при выполнении работ по ремонту и эксплуатации насосов.

Разработчик: НПО «УНИХИМТЕК», ОАО «ФИРМА ОРГРЭС», ДЕПАРТАМЕНТОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И РАЗВИТИЯ, ДЕПАРТАМЕНТОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ

Патенты

№ 14-001-16, 25.05.2016

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ

Способ изготовления датчика влажности заключается в том, что на медную фольгу осаждают пленку мультиграфена. Затем вырезают из нее заготовку датчика нужной формы и размеров, к местам расположения контактов на заготовке приклеивают стеклянную подложку и сверху наносят защитный слой требуемой формы. Далее стравливают фольгу с незащищенных участков, промывают и высушивают заготовку, а также удаляют защитный слой с электрических контактов. Техническим результатом является простота изготовления датчика, высокая точность и стабильность работы, линейная характеристика датчика, а также высокая надежность использования. Технический результат состоит в снижении погрешностей измерения, уменьшении инертности датчика, линеаризации его характеристики, обеспечении высокой температурной стабильности и высокой надежности использования. Технический результат достигается за счет того, что на медную фольгу осаждают пленку мультиграфена, вырезают из нее заготовку датчика нужной формы и размеров, к местам расположения контактов на заготовке приклеивают стеклянную подложку и сверху наносят защитный слой требуемой формы, стравливаю фольгу с незащищенных участков, промывают и высушивают заготовку, а также удаляют защитный слой с электрических контактов. С использованием способа получают датчик влажности, который содержит подложку, на которой установлена мультиграфеновая пленка, заданной формы и размеров, на окончаниях которой размещена пара электрических контактов. Пленка мультаграфена содержит, по крайней мере, 2 слоя графена. Подложка может быть выполнена из стекла.

Разработчик: ФГАО УВПО СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АММОСОВА

№ 39-009-22, 28.02.2022

СПОСОБ СБОРКИ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ГРАФЕНА

Способ осуществляют следующим образом. В качестве источника для получения материала используются листы графена, помещаемые в электрическое поле между двумя электродами, при разности потенциалов, достаточном для ожижения, когда сила, действующая на частицу со стороны электрического поля $F_e=qU/d$ больше силы тяжести $F_g=mg$, где q – заряд частицы, U – разность потенциалов электродов, d – межэлектродное расстояние, m – масса частицы, g – ускорение силы тяжести. Двумерная решетка графена состоит из правильных шестиугольников со стороной =0,1418 нм и площадью $5,35\cdot10^{-20}$ м^2 по два атома углерода на ячейку. Удельная масса графена на единицу площади при массе одного атома углерода $1.993\cdot10^{-26}$ кг равна $\rho_{gr}=2\cdot1.993\cdot10^{-26}$ кг/$5,35\cdot10^{-20}$ м^2=$7,45\cdot10^{-7}$ кг/м^2. Для листа графена площадью S, лежащего на электроде, плотность заряда равна плотности заряда электрода $\sigma=\varepsilon_0U/d$, где $\varepsilon_0=8.85\cdot10^{-12}$ Ф/м – диэлектрическая проницаемость. Тогда заряд листа графена равен $q=S\sigma=S\varepsilon_0U/d$. Масса листа графена $m=S\cdot\rho_{gr}$.

Условие ожижения листов графена $F_e>F_g$ дает величину необходимой напряженности электрического поля U/d: $(U/d)^2>(\rho_{gr}\cdot g)/\varepsilon_0$, $U/d>0,9\cdot10^3$ В/м, которая не зависит от размера листа графена. Эта величина сравнительно мала для обычных значений напряженности электрического поля при электродинамическом ожижении порядка 106 В/м, что говорит о большом диапазоне регулирования процесса. Скорость движения частиц при электродинамическом ожижении зависит от среды, заполняющей межэлектродное пространство. Для газовой среды при атмосферном давлении при малом значении числа Рейнольдса сопротивление среды движению микрочастиц определяется сопротивлением трения, а не сопротивлением формы, причем частицы двигаются с постоянной скоростью. По Ньютону сила сопротивления равна $F_c=\eta\cdot(V/h)\cdot S$, где η – кинематическая вязкость среды, V – скорость частицы, h – толщина пограничного слоя, S – площадь поверхности частицы. Для сферических частиц $S=4\pi r^2$, где r – радиус частицы, $h=2/3r$ и $F_c=6\pi\eta rV$ – формула Стокса. При предположении, что листы графена имеют форму, близкую к диску, можно положить $S=2\pi r^2$, $h=2/3r$ и тогда $F_c=3\pi\eta rV$. При $F_c=F_e$ постоянная скорость частицы радиуса r равна: $V=(1/3)\cdot(\varepsilon_0/\eta)\cdot r\cdot(U/d)^2$. Т.о., скорость частиц пропорциональна их размерам. Значит, частицы больших размеров будут иметь большую скорость и большую возможность присоединять более мелкие частицы с дальнейшим ростом до агрегатов и макроструктур. Для $U/d=10^6$ В/м и $r=0,5\cdot10^{-6}$ м скорость частиц в воздухе составляет $7,3\cdot10^{-2}$ м/с. Для эффективного образования макроструктур требуется достаточная концентрация частиц, вовлеченных в процесс электродинамического ожижения. Математическое моделирование этого процесса и сравнение с экспериментальными данными показало, что при максимальном количестве столкновений частиц, концентрация микрочастиц превышает концентрацию монослоя $N=l/(S_{ср}\cdot d)$, где $S_{ср}$ – средняя площадь частиц. Для $S_{ср}=\pi r^2$, $r=0,5\cdot10^{-6}$ м, $d=10^{-2}$ м концентрация равна $N=1,21\cdot1014$ м$^{-3}$. Достаточную концентрацию частиц можно получить избыточной подачей исходного материала в межэлектродное пространство, либо выбором электродов специальной формы с неоднородным электрическим полем.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

№ 66-053-22, 06.07.2022

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЯЧЕЙКА ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА И АККУМУЛЯТОР НА ЕЕ ОСНОВЕ

Изобретение относится к материалам литий-ионных аккумуляторов с высокой удельной энергией. Элементарная ячейка аккумулятора состоит из токосъемников, анода, катода, электролита и изолятора. В качестве электролитов используют тонкопленочные электролиты, в качестве катодов – катионпроводящие по литию материалы. В качестве анода используют многослойную графит-силиценовую композицию при соотношении 5 моноатомных слоев силицена на графитовую подложку из 4-8 моноатомных слоев графена.

Силиценовые листы разделены зазором 0,24-0,75 нм. Графитовая подложка предпочтительно выполнена из 8 слоев и с обеих сторон покрыта силиценом. Из параллельно соединенных элементарных ячеек, размещенных в изолированном от внешней среды атмосферы корпусе, изготавливают литий-ионный аккумулятор. Ячейки могут быть соединены зеркально относительно плоскости, параллельной плоскости силицена. Технический результат заключается в увеличении числа циклов разряда/заряда аккумулятора до 5000 и выше без снижения удельной емкости анода ниже 3500 мА•ч/г в диапазоне рабочих температур (от -50 до 100°С), уменьшении размеров и массы литий-ионного аккумулятора, исключении объемного расширения анодов элементарных ячеек и литий-ионного аккумулятора в целом.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 68-018-22, 03.11.2022

СПОСОБ ОБРАБОТКИ НЕОДНОРОДНЫХ ГИДРОСРЕД (ЖИДКОСТЕЙ)

Изобретение относится к технологии ультраструйной обработки, диагностики материалов и к приготовлению активированных суспензий и может быть использовано в различных отраслях промышленности (горной, химической, металлургической и др.). Задачей изобретения является определение количества минимально необходимых циклов (времени) обработки, обеспечивающий стабильную гомогенную структуру исходных структурно-неоднородных гидросистем: структурно-неоднородных гидросред, например, на основе углеродных нанотрубок, графена, водорастворимых полимеров и т.д. Технический результат заключается в сокращении энергетических затрат и продолжительности обработки исходных структурно-неоднородных гидросред с обеспечением стабильной гомогенной структуры гидросред. Указанные задача и технический результат достигаются способом обработки структурно-неоднородных гидросред, заключающийся в совмещении процесса диспергирования твердой фазы с процессом образования структурно-неоднородной гидросреды путем воздействия на твердую фазу струи структурно-неоднородной гидросреды, сформированной в сопловом струеформирующем блоке и имеющей в момент взаимодействия с твердой фазой удельную кинетическую энергию и время воздействия, достаточные для разрушения материала твердой фазы, воздействие на твердую фазу осуществляют сверхзвуковой струей жидкости, при этом твердую фазу используют в виде мишени, представляющей собой компактный твердый материал, а при воздействии на мишень сверхзвуковой струи структурно-неоднородной гидросреды жидкости осуществляют изменение во времени

местоположения на поверхности мишени пятна контакта с ней сверхзвуковой струи для поддержания эффективности разрушения мишени. Согласно изобретению, процесс обработки структурно-неоднородной гидросреды повторяют до требуемой стабилизации сигналов акустической эмиссии (высокочастотных волн упругой деформации) генерируемых в зоне удара струи о мишень и фиксируемых пьезоэлектрическими преобразователями. Таким образом за счет того, что процесс обработки структурно-неоднородной гидросреды повторяют до требуемой стабилизации сигналов акустической эмиссии (высокочастотных волн упругой деформации) генерируемых в зоне удара струи о мишень и фиксируемых пьезоэлектрическими преобразователями достигается определение количества минимально необходимых циклов (времени) обработки, обеспечивающий стабильную гомо-генннную структуру исходных структурно неоднородных гидросред: эмульсий и/или микросуспензий, например, на основе углеродных нанотрубок, графена, водорастворимых полимеров и т.д. В техническом отношении возможна многовариантная реализация способа, его сочетание с другими дополнительными (внешними) физико-технологическими воздействиями, факторами, полями и т.д. Появляется техническая возможность получения структурно-неоднородных гидросред с различными размерами ТФ, их сепарирование естественным путем (отстаивание) или в специальных сепараторах. Использование углеродных наноматериалов позволяет получать наиболее предпочтительный вид структурно-неоднородных гидросред – с минимальным разбросом размеров диспергируемого материала Таким образом, патентуемый способ обладает большим инновационным потенциалом, превышающим потенциал классического способа струйно-ударной активации жидкостей. Изобретение поясняется графическими материалами и чертежами.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «НАНОТЕХЦЕНТР»

№ 22-023-17, 24.10.2017

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Устройство для снижения опасности электромагнитных излучений, содержащее расположенные слоями два проводника, каждый из которых выполнен в виде металлической пластины, слой диэлектрика и клеящий слой, размещенный вдоль поверхности одного из проводников, отличающееся тем, что в качестве материала диэлектрика, слой которого жестко соединен с поверхностью одного из проводников, использована каучуковая резина, клеящий слой размещен между поверхностями металлических пластин, одна из которых, со свободной поверхностью, выполнена из свинца и имеет равномерные включения из крошки графита и вольфрама, волокна металлических пластин расположены под углом 90° друг к другу, причем волокна металлической пластины, одна из поверхностей которой соединена со слоем диэлектрика, расположены под углом 45° к слою диэлектрика.

Разработчик: ФГБОУ ВО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.И. ПОЛЗУНОВА»

№ 45-023-18, 31.10.2018

ЗАДВИЖКА КЛИНОВАЯ

Полезная модель может быть осуществлена следующим образом. В задвижке клиновой, содержащей шпиндель, резьбовую втулку, клин, выполненный с возможностью перемещения шпинделем, крышку, уплотнение, корпус с установленными в нем седлами и элементы крепления седел к корпусу, выполнены в форме составной втулки. В каждом седле выполнен кольцевой паз, на одной кромке составной втулки выполнен соответствующий выступ, а другая кромка присоединена к корпусу посредством сварного шва, между корпусом и седлом установлено уплотнительное кольцо из терморасширенного графита.

Разработчик: ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КУРГАНСПЕЦАРМАТУРА»

№ 2800380, 44805

СПОСОБ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА

Изобретение может быть использовано при модификации тонких пленок, порошков, аэрогелей и дисперсий на основе углеродных материалов. Способ легирования оксидом азота (IV) материала на основе углерода включает обработку материала на основе углерода при температуре 50-500°С или при облучении светом УФ, видимого или ИК диапазона в среде, содержащей источник оксида азота (IV), в течение от 1 секунды до 3 месяцев. Концентрация оксида азота (IV) составляет от 10-4 до 99 об. %. В качестве материала на основе углерода используют однослойные углеродные нанотрубки, многослойные углеродные нанотрубки, углеродные нановолокна, графен, малослойный графит. Изобретение позволяет получить стабильные формы углеродных материалов, легированных оксидом азота.

Разработчик: АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СКОЛКОВСКИЙ ИНСТИТУТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ» (СКОЛКОВСКИЙ ИНСТИТУТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ)

№ 2800233, 44916

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭМИТИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АВТОЭМИССИОННЫХ КАТОДОВ

Изобретение относится к области электроники, в частности, к способам изготовления автоэмиссионных катодов на основе углеродных наноматериалов. Технический результат – повышение стабильности эмиссии и увеличение эмиссионного тока посредством увеличения однородности формируемой структуры за счет удаления агломератов восстановленного оксида графена и углеродных нанотрубок при центрифугировании суспензии, увеличении адгезии углеродных нанотрубок к поверхности и уменьшения контактного сопротивления между углеродными нанотрубками и подложкой из-за сваривания углеродных нанотрубок со слоем восстановленного оксида графена, который приварен к подложке. Способ формирования эмитирующей поверхности автоэмиссионных катодов включает изготовление суспензии восстановленного оксида графена и суспензии углеродных нанотрубок, центрифугирование суспензии восстановленного оксида графена, формирование слоя восстановленного оксида графена путём нанесения его суспензии на нагретую подложку и облучение в вакууме сформированного слоя восстановленного оксида графена лазерным излучением в импульсном режиме, центрифугирование суспензии углеродных нанотрубок, нанесение суспензии углеродных нанотрубок на нагретую подложку со слоем восстановленного оксида графена с последующим облучением в вакууме

сформированного слоя лазерным излучением в импульсном режиме.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

№ 2799628, 44888

2D НАПЕЧАТАННЫЙ КОМПОЗИТНЫЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЙ СЛОЙ НА ПОДЛОЖКЕ

Изобретение относится к электронике, текстильной промышленности и нанотехнологии и может быть использовано при изготовлении электронных схем, тонкоплёночных растягиваемых или гибких электронных устройств или их компонентов, а также текстиля с электронными компонентами. Композитный электропроводящий слой нанесён на подложку посредством 2D-печати с использованием чернил, включающих суспензию, содержащую от 1 до 3 мг/мл графена и органический полимер. Частицы графена имеют толщину 2 нм или менее. В качестве органического полимера суспензия содержит поли(3,4-этилендиокситиофен)-поли(стиролсульфонат) – PEDOT:PSS, обработанный этиленгликолем, для чего используют раствор, содержащий 10-20 об.% этиленгликоля в растворе этилового спирта, содержащего 30 об.% воды, остальное – этиловый спирт. Обработку этиленгликолем ведут до достижения содержания PEDOT:PSS, равного от $5 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ мас.%, по отношению к содержанию графена при латеральных размерах его частиц от 100 до 400 нм или до достижения содержания PEDOT:PSS, равного от $1 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-1}$ мас. %, по отношению к содержанию графена при латеральных размерах его частиц от 40 до 80 нм. Технический результат: увеличение проводимости электропроводящего слоя на порядки, повышение стабильности проводимости во времени и гибкости электропроводящего слоя.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ИМ. А.В. РЖАНОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 216484, 44865

МОНТАЖНЫЙ ПРОВОД ОБЛЕГЧЕННЫЙ

Заявляемая полезная модель относится к кабельной технике, в частности к монтажным проводам, предназначенным для длительной работы в условиях широкого диапазона рабочих температур и воздействия радиации. Монтажный провод облегченный содержит сердечник, включающий в себя, по меньшей мере, одну токопроводящую жилу (1) с двухслойной изоляцией (2). Первый слой изоляции представляет собой наложенный антиадгезионный слой из суспензии фторопласта-4Д. Второй слой изоляции представляет собой обмотку из полиимидных пленок с термосваримым полиимидным покрытием. Токопроводяшая жила (1) выполнена из углеродных нитей из графена. В частном случае монтажный провод облегченный может содержать экран (3). В частном случае поверх экрана может быть нанесена оболочка (4). Толщина углеродных нитей из графена находится в пределах от 0,01 мм до 0,7 мм. Заявляемая полезная модель позволяет снизить массу монтажного провода облегченного до 58-66%, а также обеспечить улучшение эксплуатационных свойств.

Разработчик: ИГНАТЬЕВ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ

№ 216482, 44865

БОРТОВОЙ ПРОВОД ОБЛЕГЧЕННЫЙ

Заявляемая полезная модель относится к кабельной технике, в частности к бортовым проводам, предназначенным для фиксированного монтажа бортовой электрической сети авиационной техники. Бортовой провод облегченный содержит сердечник, включающий в себя, по меньшей мере, одну токопроводящую жилу (1) с двухслойной изоляцией (2). Первый слой изоляции представляет собой наложенную обмоткой пленку полиимидную с фторопластовым покрытием. Второй слой изоляции представляет собой наложенную обмоткой сырую каландрированную пленку из фторопласта. Слои изоляции после наложения подвергнуты термообработке. Токопроводящая жила (1) выполнена из углеродных нитей из графена. В частном случае бортовой провод облегченный может содержать экран (3), покрытый оболочкой (4). Толщина углеродных нитей из графена находится в пределах от 0,01 мм до 0,7 мм. Заявляемая полезная модель позволяет снизить массу бортового провода до 65-75%, а также обеспечить улучшение эксплуатационных свойств.

Разработчик: ИГНАТЬЕВ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ

№ 2784123, 44581

МЕТОД ЭКСТРУЗИИ ФИБРОЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНО- И МИКРОДОБАВОК

Группа изобретений предназначена для промышленного выпуска строительных материалов и технологии трехмерной строительной печати. Сырьевая композиция для экструзии фиброцемента состоит из цемента, органических и искусственных волокон, легковесного наполнителя и пластификатора, при этом в качестве пластификатора используется наноматериал – коллоидный раствор графена марки IG GSM. Состав дополнительно включает диспергаторы, гидрофобизирующую добавку, золу-уноса и микроматериалы с высокой удельной поверхностью – метакаолин, микрокремнезем. Способ производства изделий из фиброцемента, включающий экструзию указанной сырьевой композиции. При этом предварительно осуществляют дозирование компонентов состава, смешивание в смесителе с добавлением воды до водоцементного отношения 0,48 – 0,56. Осуществляют подачу полусухой смеси при помощи дозатора 8A с вмонтированными в него форсунками, выполненными с возможностью окончательного доувлажнения смеси водой, в экструдер 8B с верхней вращающейся сонаправленно парой шнеков, при помощи которой осуществляют пластификацию смеси. Затем осуществляют выгрузку полученной пластифицированной массы в вакуумную камеру 8C и вакуумирование. Осуществляют последующее формование массы при помощи двух шнеков противонаправленного вращения нижней группы экструдера 8D, переходного мундштука и головы пресса 8E. Затем осуществляют резку и правку, твердение до распалубочной прочности в закрытой камере без вентиляции и сушку в сушильной камере. Техническим результатом является улучшение физико-механических свойств материала и эксплуатационных качеств получаемого фиброцемента.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ПРОЦЕССЫ ИНЖИНИРИНГА ФИБРОЦЕМЕНТА» (ООО «ПИФ») (RU)

№ 2784294, 44529

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДРАГОЦЕННОГО КАМНЯ ЮВЕЛИРНОГО ИЗДЕЛИЯ

Изобретение относится к способу повышения прочности поверхности драгоценного камня ювелирного изделия. Техническим результатом является повышение прочности поверхности драгоценного камня ювелирного изделия. Технический результат достигается тем, что способ повышения прочности поверхности драгоценного камня ювелирного изделия характеризуется тем, что осуществляют обмер геометрических размеров драгоценного камня, изготовляют графеновую пленку для покрытия драгоценного камня, которую обрезают по разметке с использованием лазерной резки, подготавливают ювелирное изделие с драгоценным камнем для наложения для него приготовленной графеновой плёнки, при этом осуществляют отгибание на поверхности двух-трёх лапок крепежа драгоценного камня, осуществляют нанесение подготовленной плёнки из графена снаружи на драгоценный камень, а для удержания плёнки ранее отогнутые лапки загибают в первоначальное положение, прижимая к камню тонкую плёнку, после чего осуществляют контроль сборки тонкой защитной плёнки из графена на поверхность драгоценного камня ювелирного изделия.

Разработчик: САВИНОВСКИЙ ВИТАЛИЙ ГЕОРГИЕВИЧ (RU)

№ 2782814, 44649

СПОСОБ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ КАНАЛА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Изобретение относится к обработке канала сложной формы и может быть использовано в приборостроении и машиностроении при полировании каналов малого сечения в изделиях, изготовленных из мягких материалов, а также токопроводящих покрытий, выполненных в каналах. Способ включает анодно-абразивную обработку канала в проточном электролите с электрически поляризованными заряженными абразивными композитными частицами при одновременном воздействии внешним магнитным полем с возникновением вибрационных колебаний у абразивных композитных частиц или у обрабатываемой детали. При этом применяют абразивные композитные частицы, выполненные в виде сферических эластичных гранул (5), в центре которых размещены ферромагнитные или магнитные частицы (9), окруженные оболочкой (8), выполненной из пластмассы, модифицированной графеном и графеновыми нанотрубками (10), причем графеновые нанотрубки размещены на внешнем слое пластмассовой оболочки. Технический результатом является устранение шаржирования обрабатываемой поверхности и обеспечение равномерной шероховатости поверхности в изделиях из немагнитных мягких материалов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЕВА» (СИБГУ ИМ. М.Ф. РЕШЕТНЕВА) (RU)

№ 2782352, 44481

ТУННЕЛЬНЫЙ ГЕЛИЙ-ГРАФЕНОВЫЙ ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКИЙ ПРИЕМНИК ИНФРАКРАСНОГО И ТГЦ ИЗЛУЧЕНИЯ

Изобретение относится к области измерительной техники и касается туннельного гелий-графенового оптико-акустического приемника инфракрасного и ТГц излучения. Приемник включает в себя корпус, который содержит систему из расширительной камеры и компенсационной камеры, которые наполнены газом и разделены шайбовидной перегородкой со встроенной в нее гибкой мембраной из однослойного графена. Внутри расширительной камеры располагается коллодиевая пленка со сквозной пористостью и нанесенным на нее металлическим поглощающим элементом. На внутренней поверхности компенсационной камеры расположены неподвижный туннельный электрод и электростатический актюатор. Гибкая мембрана совместно с туннельным электродом и кольцевым электродом электростатического актюатора образуют туннельный датчик перемещения. В гибкой мембране выполнена краевая перфорация с микроотверстиями с возможностью пневматической связи расширительной камеры и компенсационной камеры. Технический результат заключается в повышении чувствительности и стабильности работы устройства, расширении динамического диапазона и увеличении быстродействия.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИАИЭ СО РАН) (RU)

№ 2780953, 44584

МУЛЬТИ-ГРАФЕНОВЫЙ ГАЗОВЫЙ СЕНСОР НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Группа изобретений относится к области сенсорной техники и нанотехнологий, в частности к изготовлению газовых сенсоров и газоаналитических мультисенсорных линеек хеморезистивного типа. Конструкция газового сенсора включает диэлектрическую подложку, расположенные на подложке компланарные полосковые электроды, терморезисторы, нагреватели, и газочувствительный слой, разделенный на два или более сегмента, каждый из которых сформирован на основе отличных по своему химическому составу графеновых материалов, у которых при комнатной или повышенной температуре изменяется сопротивление под воздействием примесей органических паров или паров воды в окружающем воздухе. В качестве материала сегментов газочувствительного слоя используют производные графена, представляющие собой графен, ковалентно модифицированный кислород-, азот-, серо- или галогенсодержащими функциональными группами в концентрации не менее 4 ат.%, а также упомянутые производные графена, модифицированные наночастицами оксидов металлов (MeOx, где Me - металл, x=1 или 2), таких как оксид цинка (ZnO), диоксид олова (SnO2), диоксид титана (TiO2), оксид церия (CeO) или оксид меди (CuO), с размерами частиц от 10 до 20 нм и расстоянием между отдельными наночастицами или их кластерами не менее 5 нм и не более 50 нм. При этом сегменты газочувствительного слоя выполнены с отличной друг от друга толщиной от 5 до 800 нм. Предлагается также способ изготовления указанного газового сенсора. Изобретение обеспечивает повышение газочувствительности и эффективности селективного распознавания газов.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГРАФСЕНСОРС» (RU)

№ 2780165, 44329

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОСОБО МЕЛКОЗЕРНИСТОГО СПЛАВА

Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности к получению инструментальных твердых сплавов с особо мелкозернистой структурой. Может использоваться для изготовления режущего инструмента для обработки труднообрабатываемых сплавов и сталей. Для получения особо мелкозернистого твердого сплава смешивают порошки твердосплавной шихты, проводят совместный мокрый размол и сушку. После чего осуществляют сухое смешивание, при котором в шихту дополнительно вводят порошок графена в количестве 0,1-1,5% от веса шихты. Полученную смесь прессуют и спекают при 1290-1350°С и изотермической выдержке в течение 15-25 мин. Обеспечивается получение особо мелкозернистого твердого сплава, содержащего более 70% частиц с размером менее 1 мкм, с высокими прочностными характеристиками.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ И ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ» (ФГУП «ВНИИТС») (RU)

№ 2779560, 44629

СПОСОБ АНОДНОГО МАГНИТОАБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ НЕМАГНИТНЫХ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ

Изобретение относится к области машиностроения и приборостроения и может быть использовано при обработке криволинейных каналов, каналов переменного и малого сечения. Способ анодного магнитоабразивного полирования немагнитных трубчатых изделий осуществляют в проточном электролите, в качестве которого используют 2-5% водный раствор соли NaNO3 с содержанием 4-5% отрицательно заряженных частиц магнитоабразивного порошка, например, FeB, модифицированных высокотокопроводящими наночастицами графена и/или графеновых нанотрубок. На обрабатываемое изделие подают электрический потенциал (+), а на поток электролита с магнитоабразивными частицами потенциал (-) напряжением постоянного тока 4-8 В и воздействуют вращающимся магнитным полем с магнитной индукцией 0,1-1,2 Тл, создаваемым при помощи полюсного наконечника, которому при этом сообщают вертикальную вибрацию частотой 20-50 Гц и амплитудой 0,2-3 мм, за счет чего образуется насыпной биполярный вибрирующий электрод, дополнительно создающий импульсы тока, участвующие совместно со стационарным током в анодном растворении. Анодное магнитоабразивное полирование позволяет по сравнению с магнитоабразивным полированием обеспечить равномерный гладкий рельеф поверхности, а также снизить энергозатраты за счет уменьшения удаляемого припуска в пределах 0,02-0,03 мм.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЕВА» (СИБГУ ИМ. М.Ф. РЕШЕТНЕВА) (RU)

№ 213398, 44628

ЭЛЕКТРОХРОМНОЕ УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО WO3/RGO КАТОДА И ПРОЗРАЧНОГО ПРОТИВОЭЛЕКТРОДА ITO НА ГИБКОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ПОДЛОЖКЕ

Полезная модель относится к устройствам электрохимической электротехнологии, а именно к гибким электрохромным устройствам с электрически управляемой оптической величиной светопропускания. Полезная модель может быть использована для создания устройства с оптически управляемым уровнем светопропускания для оконных проемов жилых и бытовых зданий, теплиц и различных светофильтров. Техническая задача достигается тем, что в качестве электродов были использованы прозрачные пластины на основе гибкого полимера, содержащего проводящее ITO-покрытие и электрохромный слой триоксида вольфрама с оксидом графена (WO3/rGO).

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭНЕРГОСМАРТТЕХ» (RU)

№ 213375, 44628

ЭЛЕКТРОХРОМНОЕ УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ ТРИОКСИДА ВОЛЬФРАМА И ОКСИДА ГРАФЕНА

Полезная модель относится к прикладной электрохимии, а именно к электрохромным устройствам с электрически управляемой величиной светопропускания. Представленная полезная модель может быть использована для создания «умных» стекол с управляемым уровнем светопропускания для оконных проемов жилых зданий, теплиц и зеркал заднего вида автотранспортных средств. Электрохромное устройство на основе триоксида вольфрама и оксида графена, включающее рабочий электрод на основе оксида вольфрама, противоэлектрод и электролит, отличающееся тем, что в качестве рабочего электрода был использован электрохромный слой триоксида вольфрама с оксидом графена (W03/GO), а в качестве противоэлектрода ITO-стекло.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭНЕРГОСМАРТТЕХ» (RU)

№ 2777821, 44599

ГРАНУЛИРОВАННАЯ МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Изобретение относится к области строительного производства в автодорожной отрасли и может быть применено при изготовлении асфальтобетона, в том числе с использованием нанотехнологий. Гранулированная модифицирующая добавка включает модифицирующую смесь и связующее. Причем модифицирующая смесь состоит из одностенных углеродных нанотрубок в количестве 0,01-15 мас.%, многостенных углеродных нанотрубок в количестве 0,01-15 мас.%, графена в количестве 0,01-15 мас.%, углеродных нановолокон в количестве 0,01-15 мас.% и минерального порошка – остальное, а в качестве связующего используется малопарафинистое битумное вяжущее, при следующем соотношении компонентов, мас.%: модифицирующая смесь 50 и связующее 50. При этом полученные гранулы опыливаются цементом или минеральным порошком, где масса цемента или минерального порошка составляет не более 2,5% от массы гранул. Техническим результатом заявленного изобретения является сокращение времени на получение моди-

фицированного асфальтобетона, а также удобство транспортировки модифицирующей добавки.

Разработчик: ШВАРЦМАН ДМИТРИЙ ИГОРЕВИЧ (RU), ГЕРШЕВИЧ МАРК ИОСИФОВИЧ (RU)

№ 2776335, 44522

ГАЗОВЫЙ ДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ АМИНИРОВАННОГО ГРАФЕНА И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Группа изобретений относится к области сенсорной техники и нанотехнологий, в частности, к изготовлению газовых сенсоров и газоаналитических мультисенсорных линеек. Газовый детектор включает диэлектрическую подложку, расположенные на подложке компланарные полосковые электроды, терморезисторы и нагреватели, при этом по меньшей мере часть поверхностиэлектродов и подложки между электродами покрыты слоем газочувствительного материала, изменяющего сопротивление под воздействием примесей органических паров или паров воды в окружающем воздухе. В качестве материала газочувствительного слоя использован композит (Am-MeOx) на основе аминированного графена (Am) с содержанием первичных аминов не менее 4 ат.%, на поверхности которого иммобилизованы наночастицы оксидов металлов (MeOx, где Me-металл, x=1 или 2), таких как оксид цинка (ZnO), диоксид олова (SnO2), диоксид титана (TiO2), оксид церия (CeO) или оксид меди (CuO), с размерами частиц от 10 нм до 20 нм и расстоянием между отдельными наночастицами или их кластерами не менее 5 нм и не более 50 нм, при этом слой композита выполнен переменной толщины от 35 нм до 300 нм. Изобретение обеспечивает повышение газочувствительности и эффективности распознавания газов.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГРАФСЕНСОРС» (RU)

№ 2775450, 44364

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩЕЙ НАНОРАЗМЕРНОЙ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНОЙ КЕРАМИКИ MGAL2O4

Изобретение относится к области технологии оптической оксидной нанокерамики на основе алюмомагниевой шпинели (MgAl2O4), полученной в условиях термобарической закалки, и может быть использовано в качестве функционального материала устройств оптоэлектроники и фотоники, таких как спектрально перестраиваемый люминофор, рабочее вещество для pc-WLEDs (phosphor-converted white light-emitting diodes), производства оптических сенсоров датчиков, чувствительных к УФ спектральному диапазону. Технический результат заключается в подборе оптимальных исходных компонент и режимов метода термобарического воздействия для получения люминесцирующей прозрачной нанокерамики MgAl2O4. Исходный нанопорошок алюмомагниевой шпинели, полученный в результате соосаждения из растворов нитратов магния и алюминия, дегазируют и смешивают с графеном в соотношении 1000:1. Полученную смесь капсулируют в платиновой фольге и подвергают всестороннему термобарическому воздействию при температурах от 550 до 600°C в диапазоне давлений от 2 до 8 ГПа в течение 10 минут.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА» (RU), ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (RU)

№ 2775201, 44469

ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МУЛЬТИСЕНСОРНЫЙ ЧИП НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Группа изобретений относится к области сенсорной техники, в частности к газовым сенсорам хеморезистивного типа и к способам их изготовления. Газовые сенсоры хеморезистивного типа, которые широко применяются для детектирования примесей в окружающей атмосфере. Газоаналитический мультисенсорный чип на основе графена включает диэлектрическую подложку, на которой сформированы компланарные полосковые электроды из благородного металла, терморезисторы и нагреватели, при этом по меньшей мере на часть поверхности электродов и на подложку между электродами нанесен слой газочувствительного материала в виде слоя функционализированного графена, у которого при комнатной температуре изменяется сопротивление под воздействием примесей органических паров или паров воды в окружающем воздухе, при этом слой газочувствительного материала выполнен в виде перфорированного слоя с отверстиями 5-100 нм карбоксилированного графена с содержанием карбоксильных групп от 8 до 12 ат.%, которые ковалентно связаны с графеновой решеткой. Также предложен способ изготовления газоаналитического мультисенсорного чипа. Газоаналитический мультисенсорный чип, согласно изобретению, имеет повышенную чувствительность и селективность распознавания газов без необходимости нагрева газочувствительного слоя.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (RU

№ 2774496, 44413

РУКАВ С НАНОМАТЕРИАЛАМИ (ВАРИАНТЫ)

Изобретение предназначено для техники, связи, строительства, жилищно-коммунального хозяйства и может быть использовано при изготовлении корпусов, силовых конструкций, арматуры, основы для производства санирующих рукавов, вставок, ремонтных комплектов, конструкционных изделий – уголков, тавров, двутавров, швеллеров, а также предметов декоративно-прикладного назначения. Полимерный композитный материал содержит слои нетканого и/или тканого полотна в произвольных количестве и последовательности. Нетканое полотно является иглопробивным синтетическим, а тканое – мультиаксиальным, полотняным или саржевым. Указанные полотна пропитаны связующим на основе смолы, модифицированным наноуглеродными присадками в количестве 0,0005-20 мас. %. Наноуглеродными присадками являются пластины или ленты графенов и/или диаменов. Графены состоят из углеродных монослоёв толщиной в 1 атом углерода, а диамены – из углеродных слоёв толщиной в 2 атома углерода.

По другому варианту наноуглеродными присадками является смесь графенов и/или диаменов или их смесь с фуллеренами С60, С70, С76, С78, С84 либо их смесями. По третьему варианту наноуглеродными присадками является смесь графена и диамена с однослойными и многослойными углеродными открытыми и закрытыми нанотрубками. По четвёртому варианту наноуглеродными присадками являются любые смеси вышеуказанных наноуглеродных материалов, при этом углеродные нанотрубки являются одно-, двух- или многослойными. Технический результат: увеличение прочностных характеристик на 30-500 %.

Разработчик: ВОЛКОВ МИХАИЛ ВАДИМОВИЧ (RU)

№ 2772487, 44267

ЭЛЕКТРОПРОВОДНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНАЯ ПАСТА И СПОСОБ ЕЁ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Группа изобретений относится к области создания теплопроводящих материалов и может быть использована для разъемного электропроводного сопряжения теплонапряженных различных устройств и деталей. Техническим результатом является создание качественной электропроводной теплопроводной пасты с приемлемой теплопроводностью со сниженными затратами на её производство, а также повышение технологичности её изготовления и решение задачи импортозамещения. Электропроводная теплопроводная паста содержит масляную основу из органического полидиметилсилоксана (ПМС) с аэросилом, в качестве масляной основы применено органическое полидиметилсилоксан – силиконовое масло ПМС, смешанное с аэросилом, а в качестве теплопроводного неорганического наполнителя использованы однородные частицы нитрида алюминия с размерами 3-7 мкм, в качестве частиц электропроводных материалов использованы однородные частицы графена с размерами 3-10 мкм и однородные частицы карбонильного железа с размерами 1,5-3,5 мкм, при этом процентный состав электропроводной теплопроводной пасты следующий: частицы нитрида алюминия 25-35%; частицы карбонильного железа 25-5%; масло силиконовое ПМС 20-30%; частицы графена 5-10%; аэросил 0,1-1%.

Разработчик: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ «АВАНГАРД» (RU)

№ 2772338, 44354

АЛМАЗОПОДОБНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА

Изобретение относится к нанотехнологии и может быть использовано для получения широкозонных плёнок нанометровой толщины для оптических устройств, диэлектрических подложек, прослоек в суперконденсаторах и слоистых гетероструктурах. В алмазоподобных плёнках на основе модифицированного графена графеновые слои повернуты относительно друг друга и связаны межслойными ковалентными связями, образующимися при гидрировании или фторировании графена. Углы поворота графеновых слоёв относительно друг друга находятся в диапазоне от 20 до 40°. Такие плёнки имеют высокую твёрдость и ультраширокую запрещённую зону, ширина которой превышает ширину запрещенной зоны для известных нескрученных и скрученных структур на основе графенов.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ БИОХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.М. ЭМАНУЭЛЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИБХФ РАН) (RU)

№ 2768920, 43754

ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЦЕМЕНТИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ, ЦЕМЕНТИРУЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ, СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АРМИРОВАННОГО БЕТОНА, АРМИРОВАННЫЙ БЕТОН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к добавкам на основе графеновых наноматериалов для улучшения цементирующих композиций, предпочтительно бетона, и к цементирующей композиции, содержащей добавки. Добавка содержит смесь графеновых нановолокон, оксида графена (GO), диспергирующего средства (D) и суперпластификатора (SP), содержащую по меньшей мере два типа графеновых нановолокон, выбранные из графеновых нановолокон с высокой удельной площадью поверхности (GNF-HS), графеновых нановолокон с низкой удельной площадью поверхности (GNF-LS) или графеновых нановолокон большой длины (GNF-LL), где графеновые нановолокна имеют средний диаметр в диапазоне от 2 до 200 нм, и где указанная добавка на основе графеновых наноматериалов благодаря содержанию различных соотношений по меньшей мере двух типов графеновых нановолокон точно регулируется для получения различных цементирующих композиций с конкретными свойствами. Также описаны цементирующая композиция, способ получения армированного бетона, армированный бетон и его применение.

Разработчик: ГРАПЕНАНО С.Л. (ES), РУИС МОЙА ХУАН АНХЕЛЬ (ES)

№ 209840, 44490

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СБОРА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Полезная модель относится к области фотовольтаики и управления свойствами материалов. Устройство позволяет повысить эффективность солнечных батарей и снизить их нагрев, что актуально для создания высокоэффективных солнечных батарей, используемых в регионах с жаркими климатическими условиями. Суть полезной модели заключается в том, что предложено устройство для сбора солнечного излучения, содержащее пластину, включающую двухмерный фотонный кристалл, представляющий собой периодическую структуру, состоящую из массива параллельных наностержней, расположенных в узлах двухмерной решетки, поверхность которой со стороны фотонного кристалла покрыта слоем материала с электропроводящими свойствами, который используется в качестве анода, поверх которого нанесен слой материала, обладающего свойством селективного транспорта дырок, в пространстве между наностержнями расположен гибридный материал, представляющий собой сшитые плотноупакованные пленки квантовых точек на поверхности листов производных графена, а свободное пространство между наностержнями, гибридным материалом и дырочным транспортным слоем заполнено электролитом, выполнено так, что в качестве ка-

тода применена оптически прозрачная пластина, на поверхности которой со стороны, обращенной в сторону фотонного кристалла, расположена пленка токопроводящего материала, способного отражать электромагнитное излучение, а высота наностержней и соответственно расстояние от поверхности фотонного кристалла до катода выбрано таким образом, чтобы собственная электромагнитная мода резонаторной ячейки, образованной фотонным кристаллом и катодом, совпадала с электронными переходами квантовых точек. Технический результат предлагаемой полезной модели заключается в создании устройства для сбора солнечного излучения, обеспечивающего снижение энергетических потерь при генерации и транспорте носителей зарядов под действием солнечного света, тем самым повышая их эффективность и снижая нагрев, за счет применения гибридного фотоактивного слоя «графен-КТ» и модификации оптических свойств и энергетических уровней КТ, достигаемой благодаря структуре устройства, подобной резонатору.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) (RU)

№ 2767168, 44194

КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДА ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА И СПОСОБ ЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ (ВАРИАНТЫ)

Изобретение относится к области химических источников тока, а именно к составу и структуре анодного активного материала для литий-ионных аккумуляторов. Порошковый материал имеет структуру ядро-оболочка и состоит из наночастиц кремния, покрытых оболочкой из восстановленного оксида графена. Техническим результатом является высокая электронная и ионная проводимость материала, высокая удельная емкость, а также повышенная стабильность и число циклов за счет предотвращения контакта кремния с жидким электролитом и образования связей между отдельными частицами порошка в электроде.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ РАН (ИПХФ РАН) (RU)

№ 2766581, 44474

МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Модифицирующая добавка для асфальтобетона, включающая смесь углеродных наноматериалов. Добавка характеризуется тем, что углеродные наноматериалы распределены в минеральном порошке и включают одностенные углеродные нанотрубки, многостенные углердные нанотрубки, графен и углеродные нановолокна при следующем соотношении компонентов, мас.%: одностенные углеродные нанотрубки 0,01-15%, многостенные углеродные нанотрубки 0,01-15%, графен 0,01-15%, углеродные нановолокна 0,01-15%, минеральный порошок – остальное. Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является добавка, приводящая к улучшению эксплуатационных и физико-механических свойств асфальтобетона.

Разработчик: ШВАРЦМАН ДМИТРИЙ ИГОРЕВИЧ (RU), НАПАРТОВИЧ МАКСИМ АНАТОЛЬЕВИЧ (RU), ГЕРШЕВИЧ МАРК ИОСИФОВИЧ (RU)

№ 2802619, 44977

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩАЯ ТЕРМОРАСШИРЯЮЩАЯСЯ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ

Изобретение относится к области электропроводящих терморасширяющихся герметизирующих композиций для уплотнения и герметизации клеесварных соединений, выполненных способом контактной сварки по неотвержденному слою герметика, в машиностроении, в частности автомобилестроении, вагоностроении, судостроении, авиастроении. Электропроводящая терморасширяющаяся герметизирующая композиция содержит бутилкаучук, полиизобутилен молекулярной массой 10000-25000, графит, технический углерод, азодикарбонамид и оксид цинка при следующем соотношении компонентов, мас.%: бутилкаучук 10-20, полиизобутилен молекулярной массой 10000-25000 5-10, графит 45-55, минеральное масло 17-25, технический углерод 5, азодикарбонамид 1-2, оксид цинка 0,25-0,4. Технический результат заключается в получении электропроводящей терморасширяющейся герметизирующей композиции для уплотнения и герметизации клеесварных соединений, выполняемых способом контактной сварки по неотвержденному слою герметика, обладающей объемным расширением при нагревании для заполнения внутренней полости сварного соединения, хорошими электропроводящими, герметизирующими и антикоррозионными свойствами, высокой физико-механической стабильностью и адгезионной прочностью.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЗАВОД ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ» (RU)

№ 2802327, 44936

СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ ЛЕГКИХ ГАЗОВ

Изобретение относится к технологии разделения изотопов и может использоваться для выделения изотопов гелия и водорода в химической, топливно-энергетической, фармацевтической отраслях промышленности. Способ разделения изотопов легких газов включает пропускание смеси изотопов через мембраны, разделенные промежутком, кратным длине волны де Бройля для выделяемого компонента. В качестве элементов, образующих мембраны, используют расслоенный графит с количеством слоев до 100. Изобретение обеспечивает сохранность проницаемости мембраны порядка 10% при высокой селективности разделения изотопов.

Разработчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК» (ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК») (RU)

№ 2800220, 44635

ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ЭКРАНОВ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ С ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТЬЮ

Изобретение относится к области создания звукопоглощающих и теплоизоляционных материалов, которые предназначены для звукопоглощения грузового автомобиля и его деталей в диапазоне частот от 100 до 1600 Гц, например пола, экранов звукопоглощающих, где предъявляются требования по эффективному звукопоглощению, особенно где эти требования сопряжены с требованиями по

низкой горючести материала. Звукопоглощающий материал, включающий полиольный и изоцианатный компоненты уретанообразующей смеси, терморасширяющийся графит дополнительно содержит алюмосиликатные микросферы и сульфат бария при соотношении компонентов, мас.ч: полиольный компонент – 100, изоцианатный компоненты – 50, терморасширяющийся графит – 1,5-10, алюмосиликатные микросферы – 0,5, сульфат бария – 1. Обеспечивается снижение горючести.

Разработчик: ООО «ЗАВОД ДЕТАЛИ ИНТЕРЬЕРА» (RU)

№ 2800221, 44888

МНОГОСЛОЙНЫЙ ТЕРМОШУМОИЗОЛЯЦИОННЫЙ ЭКРАН ДВИГАТЕЛЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Изобретение относится к термошумоизоляционным формованным деталям (экранам), преимущественно предназначенных для поглощения шумов от двигателя грузовых автомобилей. Многослойный термошумоизоляционный экран двигателя грузового автомобиля предназначен для поглощения шумов от двигателя грузовых автомобилей, состоит из: звукопоглощающего слоя пористого, газопроницаемого, открытоячеистого вспененного звукопоглощающего материала на основе эластичного пенополиуретана, состоящего из полиольного компонента «А» марки Spesflex NS 759 и изоцианатного компонента «Б» марки Specflex 138 NE в соотношении 100 масс.ч. полиола на 50 масс.ч. изоцианата; защитного видового слоя на основе звукопрозрачной газонепроницаемой металлизированной пленки ПЭТ или алюминиевой фольги; клеевого слоя; разделительного защитного слоя на основе перфорированной полиэтиленовой пленки технического назначения. В звукопоглощающий слой добавляются неорганические наполнители сульфат бария в количестве 12 масс.ч. и терморасширяющегося графита марки МЕТОРАС EG 350-50 (80) равном 20 масс.ч., что позволяет в заданном пространственном направлении объема структуры, получить множество направленно сгруппированных определенным образом пор полиэдрической формы преимущественно 14-гранными ячейками правильной сферической формы с коэффициентом формы ячеек от 1,0 до 1,8 и диапазоном распределения ячеек в пределах 0,07-0,50 мм. Обеспечивается улучшение термошумоизоляционных свойств экранов.

Разработчик: ООО «ЗАВОД ДЕТАЛИ ИНТЕРЬЕРА» (RU)

№ 218094, 44894

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ ГЛЮКОЗЫ В ЖИДКОСТЯХ

Полезная модель относится к области аналитической биотехнологии, а именно к биосенсорным аналитическим устройствам. Устройство может быть использовано для мониторинга содержания глюкозы в пищевых продуктах, ферментационных процессах, а также в физиологических жидкостях. Техническое решение направлено на расширение технологических возможностей устройства путем повышения чувствительности анализа и создания датчиков, способных функционировать длительное время. Устройство для мониторинга содержания глюкозы в жидкостях содержит графитовый печатный электрод, модифицированный гибридным композитным материалом, в качестве биораспознающего элемента использован фермент глюкозооксидаза. В качестве гибридного композитного материала используется проводящий полимер на основе терморасширенного графита и электрополимеризованного медиатора нейтрального красного. Технический результат заключается в повышении чувствительности анализа за счёт снижения значения нижней границы определяемых концентраций до 0,006 мМ глюкозы.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ТУЛГУ) (RU)

№ 2794212, 44368

ПАСТА, ПОГЛОЩАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СВЧ-ДИАПАЗОНА, И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к поглотителям электромагнитных волн в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ) и может быть использовано для уменьшения радиолокационной видимости объектов различного назначения и конфигурации. Способ изготовления пасты, поглощающей электромагнитное излучение СВЧ диапазона включает стадии: на водяной бане подогревают эпоксидную смолу ЭД 20 до температуры от 30 до 35°С, затем постепенно всыпают и тщательно перемешивают порошок резины ХВ 2.0, рубленое углеволокно, чешуйчатый графит и карбонильное железо Р10 до однородной массы, после чего добавляют отвердитель ПЭПА и перемешивают полученную массу в течение 2 минут. Далее тонкой струйкой полученную пасту на основе углеродной матрицы с рубленым углеволокном и чешуйчатым графитом заливают в форму и оставляют до полного затвердевания в течение 24 ч. Технический результат – усиление радиопоглощающих свойств, увеличение температурных показателей и прочностных характеристик, возможность нанесения пасты на любую поверхность, возможность холодного литья пасты в форму.

Разработчик: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.И. БЕРГА» (RU)

№ 2793869, 44678

КАМЕРА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ (ЖРД) С НЕОХЛАЖДАЕМЫМ НАСАДКОМ

Изобретение относится к жидкостным ракетным двигателям (ЖРД). Камера ЖРД с неохлаждаемым насадком из углерод-углеродного композитного материала (УУКМ), содержащая охлаждаемую часть с каналами охлаждения и неохлаждаемый насадок из УУКМ или углерод-керамического композитного материала (УККМ), согласно изобретению насадок из УУКМ выполнен из панелей, имеющих внутренний профиль камеры, соединенных по торцу между собой в замок с прокладкой из терморасширенного графита, а на наружных поверхностях панелей в упор с уступом установлены из УУКМ силовые бандажи, закрепленные между собой фланцевыми соединениями, и соединение панелей с охлаждаемой частью сопла обеспечивается разъемной накладкой с помощью сварки. Силовые бандажи представляют собой намотку нитей из углеродного волокна. По всей наружной поверхности панелей нанесен силовой слой углеродной нити. Изобретение обеспечивает улучшение энергетических и массовых характеристик.

Разработчик: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО ХИМАВТОМАТИКИ» (RU)

№ 216914, 44900

МНОГОСЛОЙНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ ТРУБА ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЯ

Полезная модель относится к трубам из полимерных композиций, позволяющих увеличить скорость теплоотвода от кабельных линий напряжением (0,4-500) кВ, проложенных в трубах или трубных блоках кабельной канализации. Многослойная полимерная труба для прокладки кабеля включает, по крайней мере, основной и внутренний полимерные слои, при этом основной полимерный слой выполнен на основе полиолефинового полимера, содержащего маточную смесь в количестве от 10 вес.% до 45 вес.% и термостабилизирующую добавку в количестве от 1 вес.% до 12 вес.%, толщина внутреннего слоя составляет не более 12 вес.% от толщины стенки трубы и характеризуется степенью поглощения не менее 0,85 и шероховатостью не менее 0,01 мм. Основной слой в качестве маточной смеси содержит неорганический дисперсный наполнитель, выбранный из группы, включающей алюминиевый порошок, технический углерод, графит, волокна графита, кальцит и их смеси. Создание полимерной трубы для прокладки кабеля обеспечивает надежную работу кабельных линий, в том числе, снижение тепловой нагрузки на изоляцию кабеля и ее разрушения от тепловых воздействий. Технический результат заключается в улучшении температуропроводности и, как следствие, увеличении скорости отвода тепла от кабеля.

Разработчик: ГРИГОРЬЕВ НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ (RU), БЕРДЕНИКОВ ИВАН АНДРЕЕВИЧ (RU), ТАГМУНТ ИЛЬЯ ЮСЕФОВИЧ (RU), КИСЛОВ АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ (RU)

№ 2791470, 44559

ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИЙ СОСТАВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ НИТРАТОВ НИКЕЛЯ И ХРОМА

Изобретение относится к области теплосберегающих и энергосберегающих технологий и может применяться для аккумулирования и хранения тепловой энергии в системах подогрева, в том числе автомобильного салона. Предложен теплоаккумулирующий состав на основе смеси кристаллогидратов нитратов никеля и хрома, состоящий из смеси 74% мас. гексагидрата нитрата никеля Ni(NO3)2·6H2O и 26% мас. нонагидрата нитрата хрома Cr(NO3)2·9H2O с добавками 1% мас. карбоксиметилцеллюлозы и 1% мас. расширенного графита по отношению к 100% смеси гексагидрата нитрата никеля и нонагидрата нитрата хрома, характеризующийся стабильностью при термоциклировании и температурой фазового перехода, обеспечивающего работоспособность состава в качестве теплоаккумулирующего материала, между 45 и 55 °С, приготовленный путем плавления смеси кристаллогидратов нитратов никеля и хрома в течение 30 мин с постоянным перемешиванием до полного расплавления, выдерживанием в течение 10 мин и последовательным добавлением карбоксиметилцеллюлозы и расширенного графита, после чего перемешивание продолжают в течение трех часов с контролем температуры 80 °С. Технический результат – предложенный состав позволяет достичь стабильность материала и его свойств при термоциклировании, отсутствие у фазопереходного теплоаккумулирующего материала фазовой сегрегации, что подтверждается в процессе термоциклирования в условиях практической эксплуатации при естественном охлаждении.

Разработчик: ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ «УНИВЕРСИТЕТ «ДУБНА» (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «ДУБНА») (RU)

№ 216753, 44844

ГИБКИЙ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Полезная модель относится к области электрического нагрева и может быть использована при создании гибкого нагревательного элемента, позволяющего на его основе изготавливать нагревательные элементы для местного обогрева в технических и бытовых условиях. Техническим результатом являются повышение надежности в работе и снижение уязвимости при повреждениях, повышение пожарной безопасности. При этом технический результат также обеспечивается возможность изготовления полезной модели в произвольных формах и размерах и возможность размещать устройство на любых опорных поверхностях различной формы. Указанный технический результат достигается за счет того, что заявлен гибкий электронагревательный элемент, содержащий каркасную тканевую основу и токопроводящий резистивный слой на основе композиционной смеси эластичного связующего, имеющего в составе силиконовый каучук, и токопроводящего наполнителя, имеющего в составе графит, а питание элемента осуществляется посредством токопроводящих входных участков, расположенных вдоль краев гибкого нагревательного элемента и параллельных друг другу, отличающийся тем, что в качестве каркасной основы использована термостойкая ткань, а токопроводящие входные участки выполнены в виде шинопроводов и закреплены с одной из сторон гибкого нагревательного элемента на клейкий слой.

Разработчик: БЕЛОВ ВЛАДИСЛАВ ВАЛЕРЬЕВИЧ (RU), ПОДЛЕСОВ СТАНИСЛАВ ЕВСТАФИЕВИЧ (RU)

№ 2790491, 44658

ПРОТИВОПРИГАРНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ

Изобретение относится к литейному производству, в частности к составам противопригарных покрытий для литейных форм и стержней при получении отливок из чугуна. Противопригарное покрытие для литейных форм и стержней при получении отливок из чугуна содержит, мас. %: скрытокристаллический графит 40-50, бентонит 2,0-3,0, алюмохромфосфатное связующее 7,0-8,0, диформамид тетраборат аммоний химической формулы (NH4)2B4O7·2HCONH2·4H2O 4-6, вода остальное. Обеспечивается улучшение технологических и эксплуатационных характеристик противопригарного покрытия для литейных форм и стержней при получении отливок из чугуна.

Разработчик: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЧУВАШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Н. УЛЬЯНОВА» (RU)

УКАЗАТЕЛЬ

ГРАФЕН, ГРАФИТ – исследование свойств

НИОКТР 4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И СЕНСОРНЫХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА 4

МАГНИТОТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ С ДИРАКОВСКИМИ ФЕРМИОНАМИ 4

РФФИ-16-33-50149 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА ФТОРИДА ГРАФЕНА НА ЕГО ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 4

ПРОЯВЛЕНИЕ РАЗМЕРНОГО ЭФФЕКТА НА ХИМИКО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ ФТОРИДОВ ГРАФЕНА 5

ЭФФЕКТЫ ИНТЕРФЕЙСНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР С ЩЕЛОЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ 5

МЕХАНИКА ГРАДИЕНТНЫХ КОНТИНУУМОВ С КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ МИКРОСТРУКТУРОЙ: ОТ ДИСКРЕТНО-АТОМИСТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕРМОУПРУГИХ СВОЙСТВ И МОДУЛЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА ДО ПРИЛОЖЕНИЙ 5

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ ПОРОШКОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ Co, Ni, W И Mo, И ГРАФЕНА 6

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САМООРГАНИЗАЦИИ, ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ГИБРИДНЫХ ПОЛИМЕР-НАНОУГЛЕРОДНЫХ СИСТЕМАХ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЭФФЕКТАМИ МИГРАЦИИ НАПОЛНИТЕЛЯ НА МЕЖФАЗНЫЙ ИНТЕРФЕЙС 6

НЕЛОКАЛЬНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ТЕПЛОВОГО РЕЗЕРВУАРА И НАНООБЪЕКТА 6

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФТОРИРОВАННОГО ГРАФИТА: ЭФФЕКТЫ СОСТАВА МАТРИЦЫ И ВНЕДРЕННОГО КОМПОНЕНТА 7

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРХНИЗКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И ПОЛИСТИРОЛА 7

МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРА СЛОЖНООРГАНИЗОВАННЫХ МАКРОМОЛЕКУЛ 7

ЛОКАЛЬНО-НЕРАВНОВЕСНЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В НАНОПЛЕНКАХ 8

МЕХАНИКА ОБЪЕМНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОКЕРАМИК И КЕРАМИЧЕСКИХ НАНОКОМПОЗИТОВ 8

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ДИРАКОВСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ 8

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ВОЛНОВЕДУЩИХ СТРУКТУР, СОДЕРЖАЩИХ СЛОИ ГРАФЕНА 8

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ТЕРАГЕРЦОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ 9

ВАРЬИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ УЗКИХ НАНОПОЛОС ГРАФЕНА ПУТЕМ КОНТРОЛИРУЕМОЙ МОДИФИКАЦИИ СТРУКТУРЫ КРАЕВ 9

КИНЕТИКА ЖИДКОФАЗНОЙ СДВИГОВОЙ ЭКСФОЛИАЦИИ ГРАФИТА В СИНТЕТИЧЕСКИХ МАСЛАХ 9

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ИНТЕРФЕЙСАХ С ГРАФЕНОМ 10

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ 10

ИССЛЕДОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ СЛОИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ АТОМАМИ МЕТАЛЛОВ 10

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХЛОРАЛЮМИНАТНОЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ 1-БУТИЛ-3-МЕТИЛ ИМИДАЗОЛИЙ ХЛОРИД И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЙ-ГРАФЕНОВОГО КОМПОЗИТА В ИССЛЕДУЕМОЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ 11

СТРОЕНИЕ, ЭЛЕКТРОННАЯ И СПИНОВАЯ СТРУКТУРА КВАЗИДВУМЕРНЫХ СИСТЕМ СО СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ, ОБМЕННЫМ И КОНДО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ 11

ЛОКАЛЬНАЯ ФОТОХИМИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ 11

ВЛИЯНИЕ АДСОРБЦИИ И ПРИМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА ЭПИТАКСИАЛЬНОГО ГРАФЕНА 12

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ЭФФЕКТОВ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ МЕТОДАМИ КТП 12

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОСТРАТНОГО ГРАФЕНА С БЕСПОРЯДКОМ ВО ВНЕШНЕМ ПОЛЕ 12

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ МЕХАНОАКТИВАЦИИ И ФЛОТАЦИИ ГРАФИТСОДЕРЖАЩИХ ПЫЛЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ 13

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРСИРОВАННЫХ И ТЯЖЕЛЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЗАРЯДА И РАЗРЯДА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И РЕСУРСА ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ 13

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФИТА 13

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОСЛОЙНЫХ НАНОСТРУКТУР И ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И НИТРИДА БОРА 14

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ТРЕХМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ ГРАФЕНА И (СО)ПОЛИМЕРОВ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ 14

ИСТОЧНИКИ ТЕРАГЕРЦОВОГО И ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР 14

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕНА МЕТОДАМИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ В РЕШЕТОЧНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ 14

ФАЗОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЗОМОРФНЫХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОЙ СИММЕТРИИ В СМЕСЯХ ТЕРМОТРОПНЫХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ И В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ НАНОУГЛЕРОДА 15

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ГРАФЕНОВЫМИ ПЛЕНКАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ИЗ ОКСИДА ГРАФИТА 15

ПОВЕДЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ 15

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОРИСТОГО ГРАФЕНА В ОТНОШЕНИИ ГЕЛИЯ И УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СМЕСИ ГАЗОВ 16

ТЕРАГЕРЦОВЫЙ ОТКЛИК ЛАТЕРАЛЬНОГО P-N ПЕРЕХОДА В ГРАФЕНЕ (ГРАФЕНОВЫЙ ФОТОДИОД) 16

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ, СОЧЕТАЮЩИЕ 2D ГРАФЕНОВУЮ НАНОСТРУКТУРУ С 3D АРХИТЕКТУРОЙ ТЕМПЛАТНОГО ПРЕКУРСОРА, ДЛЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ 16

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА, МАГНИТНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ 16

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СЕНСОРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ 17

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ НАНЕСЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОБРАБОТКОЙ ИСТОЧНИКАМИ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ 17

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО ГРАФЕНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СОРБИРОВАННЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ АТОМОВ, ТИПОВ КОНФИГУРАЦИИ В СЛОЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ ГРАФЕНА, СТЕПЕНИ ПОГРУЖЕННОСТИ ГРАФЕНОВОГО ЛИСТА В ПОДЛОЖКУ 18

МОДИФИКАЦИЯ ОДНО-, ДВУХ- И ТРЕХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА АЗОТОМ И КИСЛОРОДОМ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ИНТЕРКАЛЯЦИЕЙ ЛИТИЕМ В УСЛОВИЯХ СВЕРХВЫСОКОГО ВАКУУМА 18

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ АТОМНОГО МАСШТАБА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КВАНТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (КУБИТОВ, КВАНТОВЫХ ПРОВОДОВ, ОДНОЭЛЕКТРОННЫХ ТРАНЗИСТОРОВ И ДР.) ИЗ ОТДЕЛЬНЫХ АТОМОВ 31P НА ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ 28Si(100) И ОТДЕЛЬНЫХ АТОМОВ 15N, 35Cl В ГРАФЕНЕ 12C(0001) И МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАНТОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛУЧАЕМЫХ СТРУКТУР 19

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 19

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА КВАНТОВЫХ МЕЗОСКОПИЧЕСКИХ СТРУКТУР, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОН-ЭЛЕКТРОННЫМ И СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ 19

ЭФФЕКТЫ ПАМЯТИ В НАНОКОМПОЗИТАХ ГРАФЕНА: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ 20

РАЗВИТИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НОВЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР, В ТОМ ЧИСЛЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОНИЖЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ 20

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУМЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 21

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОВ НА ГРАФЕНЕ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ (РФФИ) 21

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-СКОРОСТНЫХ УСЛОВИЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НА ПРЕДЕЛЬНУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ УПРОЧНЕННЫХ ГРАФЕНОМ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ 21

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ: СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 22

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ 22

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРОВОДЯЩИХ И БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОЛИМЕРОВ, А ТАКЖЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ, ЧАСТИЦ ГРАФЕНА И ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ГИБКОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ 22

УСИЛЕНИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ВОЛН В ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ АКТИВНОГО ГРАФЕНА 23

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 23

МАГНИТНЫЕ ПРИМЕСИ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В НАНОСТРУКТУРАХ 23

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ И ИЗГИБОВ НА АДСОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ ГРАФЕНОВОГО ЛИСТА 23

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСПЛАВОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ И МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АРМИРОВАННЫХ ГРАФЕНОМ ДВУМЕРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ 24

СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ 24

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЬЕФА ДВУМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ В СВОБОДНОМ СОСТОЯНИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ 24

ПОВЕРХНОСТНЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ В 2D-КРИСТАЛЛАХ 24

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВЫМИ МЕТОДАМИ 24

ЭФФЕКТ КАЗИМИРА ДЛЯ ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР 25

ЭЛЕКТРОННЫЕ СОСТОЯНИЯ И ТРАНСПОРТ В НАНОСТРУКТУРАХ С СИЛЬНЫМ СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ 25

ЭЛЕКТРОННЫЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОГРАФЕНОВ, ВСТРОЕННЫХ ВО ФТОРГРАФИТОВУЮ МАТРИЦУ 25

ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ЭФФЕКТЫ В КВАЗИДВУМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ 25

СВЕРХБЫСТРАЯ ДИНАМИКА НОСИТЕЛЕЙ В ДВУМЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ, СОЗДАННЫХ МЕТОДОМ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ 26

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО И СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ С КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 26

НЕЛОКАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГРАФЕНА 26

УПРАВЛЕНИЕ ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОНАМИ В МАГНИТНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ И ПЛАЗМОННЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ 26

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ И КАТАЛИЗАТОРОВ 27

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ 2D И 3D НАНОСТРУКТУР И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 27

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕНА В ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ 27

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В КОМПАКТНЫХ ОБРАЗЦАХ (БРИКЕТАХ) АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПРИБОРОВ 27

ФОРМИРОВАНИЕ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ЧИСТОГО И ЛЕГИРОВАННОГО ГРАФЕНА НА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ 28

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ АТОМНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ СОВРЕМЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ИСТОЧНИКОВ МОЩНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 28

ДИРАКОВСКИЕ МАТЕРИАЛЫ – КОЛЛЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ 28

ФИЗИКО-ХИМИЯ РАСТВОРОВ ОКСИДА ГРАФЕНА 28

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФОТОНИКИ И ФИЗИКА НОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ 29

НЕЛИНЕЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛ С ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРОЙ 29

КОМПОЗИТНЫЕ ГРАФЕНОВЫЕ АЭРОГЕЛИ С НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА ТИТАНА И СЕРЕБРА КАК ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ФОТОКАТАЛИЗАТОРЫ 29

ПРОЦЕССЫ ЭНЕРГО- И МАССООБМЕНА В РАЗРЕЖЕННОМ ГАЗЕ И ПЛАЗМЕ 30

НОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МИКРОВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ПРИБОРОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ 30

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ И ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ УСТАНОВКЕ XFEL 30

КВАНТОВЫЕ И ВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ 31

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВКЛЮЧАЯ НАНОМАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СВЕРХПРОВОДНИКИ, МАГНИТНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ 31

ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ СО СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТОЙ ПОВТОРЕНИЯ 31

НОВЫЕ ГРАФЕНОПОДОБНЫЕ БИСЛОЙНЫЕ СТРУКТУРЫ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОНИКИ И ОПТИКИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ 32

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ ПОД ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ МЕХАНИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ 32

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ 32

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СПИНОВЫХ, ОРБИТАЛЬНЫХ И ЗАРЯДОВЫХ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ И ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР 33

ОПТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ИОННЫХ СИСТЕМ 33

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕН – ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МОЩНЫХ ИОННЫХ ПУЧКОВ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ 33

ТРАНСПОРТНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ С ДИРАКОВСКИМИ ФЕРМИОНАМИ 33

АТОМНАЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА, МАГНИТНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА НАНО-СТРУКТУРИРОВАННОГО ГРАФЕНА НА ВИЦИНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ SiC(001) 34

ТРАНСПОРТ ЭНЕРГИИ В КРИСТАЛЛАХ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ЧАСТОТАХ ВНЕ СПЕКТРА МАЛОАМПЛИТУДНЫХ КОЛЕБАНИЙ 34

ГИБРИДНЫЕ 2D-СТРУКТУРЫ «ГРАФЕН-КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ» С КОНТРОЛИРУЕМЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ФОТОВОЛЬТАИКЕ 34

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПОЛЯРОННЫЙ ЭФФЕКТ И НЕОДНОРОДНЫЕ СОСТОЯНИЯ СПИНА И ЗАРЯДА В СИЛЬНО -КОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ 35

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТУННЕЛЬНЫХ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВСКИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДРУГИХ ДВУМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ 35

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СРЕД И ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ 35

AB INITIO МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ, ЭЛЕКТРОННЫХ И СПИНОВЫХ СВОЙСТВ НОВЫХ 2D НАНОМАТЕРИАЛОВ 36

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ 2D МАТЕРИАЛОВ И ФУНКЦИАНАЛИЗИРОВАННЫХ 2D МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ ПРОСВЕЧИВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ 36

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРО- И МАГНИТОАКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ВОЛНОВОДНЫХ, ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ И РЕШЕТОЧНЫХ СТРУКТУР....36

ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ КОМПОЗИТНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ДЕКОРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ (ФУЛЛЕРЕН, ФУЛЛЕРЕНОЛ, ГРАФЕН) С УЧЕТОМ КОНЦЕНТРАЦИОННО-КВАНТОВОРАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСТРОЙСТВАХ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ 37

НЕОДНОРОДНЫЕ МАЛОРАЗМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ СО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ 37

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ФУЛЛЕРЕНОВ В МИЦЕЛЛЯРНЫХ СРЕДАХ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ 37

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА УСИЛЕНИЯ СИГНАЛА КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ 38

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАКОРОТКИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ЕСТЕСТВЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ И НАНОСТРУКТУРАМИ.38

НАНОФОТОНИКА И КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 38

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА И ТЕРМОИНТЕРФЕЙСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ 38

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ, МАГНИТНЫХ И ФОННОННЫХ СОСТОЯНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ 39

ОПТИЧЕСКИЕ И МНОГОЧАСТИЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ГРАФЕНОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ, А ТАКЖЕ В ГИБРИДНЫХ СТРУКТУРАХ «ДВУМЕРНЫЕ КРИСТАЛЛЫ – ПОЛУПРОВОДНИКИ» 39

НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ И МЕЗОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ 39

МЕХАНИЗМ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ И КВАНТОВЫЕ СОСТОЯНИЯ В ПОЛУЧЕННЫХ 2D СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ХАЛЬКОГЕНИДОВ III ГРУППЫ, ГРАФЕНА И СВЕРХТОНКИХ СЛОЕВ КРЕМНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ 40

ЗАМЕДЛЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ВОЛН В КОНИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТОВ СВЯЗИ И УСИЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТЕРАГЕРЦОВЫХ НАНОВОЛНОВОДОВ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ 40

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ В СИЛЬНОКОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ И МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ В МАТЕРИАЛАХ СО СЛОЖНЫМ СТРОЕНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА 40

УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ, ФИЗИЧЕСКИМИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ГРАФЕНА ПУТЕМ ЕГО УПРУГОЙ И НЕУПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ 40

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ФТОРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА НА МОРФОЛОГИЮ, СТАБИЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ ЯЧЕЕК 41

МЕХАНИКА ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИТОВ «МЕТАЛЛ–ГРАФЕН» 41

ИЗУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ. МЕЗОСКОПИЧЕСКИЕ СВЕРХПРОВОДНИКИ И КВАНТОВЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ 41

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ 41

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОЙ НЕЛОКАЛЬНОСТИ ПРОЦЕССОВ РАССЕЯНИЯ НОСИТЕЛЕЙ ТОКА В КВАНТОВОМ КИНЕТИЧЕСКОМ УРАВНЕНИИ В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ 42

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА АЗОТДОПИРОВАННЫХ И ФОСФОРДОПИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ ПЛЕНОК 42

ТЕПЛООБМЕН НА ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ – ГРАФЕН В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ 42

РЕЗОНАНСНЫЙ ФОТОДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ CVD-ГРАФЕНА С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ БРЭГГОВСКИМ ОТРАЖАТЕЛЕМ, СФОРМИРОВАННЫЙ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНО-ПУЧКОВОЙ ЭПИТАКСИИ: ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ 43

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ НОСИТЕЛЕЙ В СРЕДАХ С РЕДУЦИРОВАННОЙ РАЗМЕРНОСТЬЮ 43

РФФИ-18-29-19113_ МК «ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ, ГРАФЕНЕ И НАНОЛОЛОСАХ ГРАФЕНА С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРОЙ» 43

ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ОДНОМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР 43

НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОСЛОЕВ ГРАФЕНА 44

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА В СЛОИСТЫХ ПРОВОДЯЩИХ СИСТЕМАХ 44

НАНОСТРУКТУРЫ С ДИРАКОВСКИМ ЗАКОНОМ ДИСПЕРСИИ КАК СРЕДА С УСИЛЕНИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА 44

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ АНОМАЛЬНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР 44

ВЫСОКОДОБРОТНЫЕ И PT-СИММЕТРИЧНЫЕ ПЛАЗМОННЫЕ МОДЫ В ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУРАХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НЕОХЛАЖДАЕМЫХ УСТРОЙСТВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА 45

ГИБКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ 45

МЕХАНИЗМЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ГРАФЕНА 45

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА В ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ С НАНОУГЛЕРОДНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ 45

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 46

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ В ТРАНЗИСТОРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ СИСТЕМ 46

ЭЛЕКТРОННАЯ ГИДРОДИНАМИКА В ГРАФЕНЕ 46

ФОТОЭЛЕКТРОННАЯ ДИФРАКЦИЯ И ГОЛОГРАФИЯ 2D-МАТЕРИАЛОВ И ИНТЕРФЕЙСОВ 46

МЕМБРАНЫ И ПОЛОСКИ ГРАФЕНА И ДРУГИХ 2D МАТЕРИАЛОВ: МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ И ПРИМЕНЕНИЯ В НЭМС И НАНОСЕНСОРИКЕ 47

РЕАЛИЗАЦИЯ ФАЗЫ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОЛЯТОРА В ГРАФЕНЕ ПРИ КОНТАКТЕ С АТОМАМИ Pb 47

МЕХАНИКА ОБЪЕМНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОКЕРАМИК И КЕРАМИЧЕСКИХ НАНОКОМПОЗИТОВ 47

ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ЭФФЕКТЫ В ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР 48

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ И ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПЕРВИЧНЫМ КЛЕТОЧНЫМ КУЛЬТУРАМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ ГРАФЕНА И (СО) ПОЛИМЕРОВ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ 48

ИЗЛУЧЕНИЕ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ГРАНИЦ РАЗДЕЛА СРЕД В ПОЛЕ ИНТЕНСИВНОГО ТЕРАГЕРЦОВОГО ИМПУЛЬСА КАК МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ОБЪЕМНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ 48

МАГНИТНО-УПОРЯДОЧЕННЫЕ 2D СИСТЕМЫ С ДИРАКОВСКИМ КОНУСОМ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ КАК КЛЮЧЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВ СПИНТРОНИКИ И ТОПОЛОГИЧЕСКИХ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ 49

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОЧЕЧНЫХ ДЕФЕКТОВ В ГРАФЕНА 49

АТТОСЕКУНДНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ДИНАМИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА В ЗАДАЧАХ ПЕТАГЕРЦОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ 49

ДИЗАЙН КВАНТОВЫХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ СУПЕРСИММЕТРИИ 50

КИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ДВУМЕРНЫХ СВЕРХРЕШЕТКАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА В СИЛЬНЫХ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ 50

СПЕКТРОСКОПИЯ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДВУХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА ИНКАПСУЛИРОВАННОГО В ГЕКСАГОНАЛЬНЫЙ НИТРИД БОРА 50

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ ДВУХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СОРБИРОВАННЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ АТОМОВ, ТИПОВ ИХ КОНФИГУРАЦИИ В СЛОЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ 51

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ МОНОЛИТНОГО ОСЕВОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ ПОСРЕДСТВОМ СПАРК-ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ ВИСКЕРИЗОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И ОСАЖДЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ 51

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИРАКОВСКИХ ФЕРМИОНОВ В ГРАФЕНЕ ПУТЕМ ИЗУЧЕНИЯ ИНФРАКРАСНОЙ И ТЕРАГЕРЦОВОЙ ФОТОПРОВОДИМОСТИ В РЕЖИМЕ КВАНТОВОГО ЭФФЕКТА ХОЛЛА 51

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ СКЭФФОЛДОВ НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОПОЛИМЕРОВ И ОКСИДА ГРАФЕНА С УЛУЧШЕННЫМИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМИ И МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ 52

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СВЕРХЧИСТЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ 52

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НОВЫХ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ IN SITU ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ, НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА И БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ ГРАФЕНОВЫХ НАНОПЛАСТИН С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ 53

ТЕРМОДИНАМИКА И ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ В ВЕЙЛЕВСКИХ И ДИРАКОВСКИХ ПОЛУМЕТАЛЛАХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ 53

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР И ОБЪЕМНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОВЫШЕННОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ 53

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУР, МЕТАМАТЕРИАЛОВ И МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОСНОВЕ 53

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНОК, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО ОСАЖДЕНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ТЕРМООБРАБОТКИ 54

РФФИ-19-02-00859_А «МНОГОЧАСТИЧНЫЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ В ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРАХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОПИРОВАННЫХ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И НЕКОВАЛЕНТНО ДОПИРОВАННОГО ГРАФЕНА» 54

МАГНИТОЗАВИСИМЫЕ И СПИН-ОРБИТАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И СИЛИЦЕНА 54

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМНЫХ ЧАСТИЦ С ВЕЩЕСТВОМ, ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ И РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ 55

ОПИСАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ 55

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ НАНОУГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОМЕЩЕННЫХ В МАТРИЦЫ ИЛИ НА ПОВЕРХНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР, ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ В ДЕФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЕМОЙ НАНО-МЕХАТРОНИКЕ И НАНО-ЭЛЕКТРОНИКЕ 55

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НАПОЛНЕННЫХ ГРАФЕНОМ 56

ПРОЕКТ РФФИ № 19-08-00725. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОКОЛО НАНООБЪЕКТОВ В ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ И СВЯЗИ ЭТИХ ПРОЦЕССОВ С МАКРОСКОПИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ 56

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ И СИЛЬНО-КОРРЕЛИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ 56

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРАФЕНА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕНСОРОВ 56

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ СВОЙСТВАМИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР 57

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ И ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮЭКСПЕРИМЕНТОВ НАЕВРОПЕЙСКОЙ УСТАНОВКЕ XFEL 57

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И МОНОСЛОЕВ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ УСТРОЙСТВ НАНО- И ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ 57

ЛАЗЕРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОКСИДА ГРАФЕНА: ЛОКАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ МАТЕРИАЛА 57

HIGH-K ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ НАНОСТРУКТУР (ТИТАНАТЫ КАЛИЯ СО СТРУКТУРОЙ ГОЛЛАНДИТА, ДЕКОРИРОВАННЫЕ ОКСИГРАФЕНОМ) ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ/КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ 58

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ И РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ ЧУЖЕРОДНЫХ АТОМОВ В СЛОЕ ГРАФЕНА НА ЕГО ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 58

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ 59

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В МАЛОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМАХ И СИСТЕМАХ С ТОПОЛОГИЧЕСКИ НЕТРИВИАЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ СВОЙСТВАМИ 59

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ, ДИЭЛЕКТРИКОВ, ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ, ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИЛЬНО КОРРЕЛИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ, РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ 59

ИССЛЕДОВАНИЕ (КВАЗИ) РЕЛЯТИВИСТСКИХ СИСТЕМ В ФИЗИКЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (ПРОДОЛЖЕНИЕ НА 2019-2020 ГОДЫ) 60

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ СТРУКТУРНЫХ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 60

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ КЕРАМИЧЕСКИМИ ЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ГРАФЕНА НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ НАНОКОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИСКРОВЫМ ПЛАЗМЕННЫМ СПЕКАНИЕМ 60

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР 61

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРОЙ КОМПОЗИТНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ 61

ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВОРАЗМЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР 61

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ГИБКОГО ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СЕНСОРА НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА МОДИФИЦРОВАННОГО ПЛАЗМОЙ CH4 И N2: ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 62

НОВЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ И НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ 62

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СЛОИСТЫЕ ГРАФЕНОВЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И АККУМУЛИРУЮЩИХ ЭНЕРГИЮ УСТРОЙСТВ 62

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ДВУМЕРНЫХ СВЕРХРЕШЕТОК НОВОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 63

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСИСТЕМ 63

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ 2D И 3D НАНОСТРУКТУР И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 63

НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ НЕОДНОРОДНЫЕ СТРУКТУРЫ СО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ 64

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПЛАЗМОНОВ В УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ УГЛЕРОДНОЙ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ РЕНТГЕНОВСКОГО, ОПТИЧЕСКОГО, ИК И ТГЦ ИЗЛУЧЕНИЯ 64

ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМАЯ МНОГОУРОВНЕВАЯ ФОТОРЕЗИСТИВНАЯ ПАМЯТЬ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И РОДСТВЕННЫХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 64

РФФИ-19-32-50034_МОЛ_НР «ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ MoS_2/ГРАФЕН, ПОЛУЧЕННЫЕ С ПОМОЩЬЮ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ ИЗ СУСПЕНЗИИ MoS_2, КАК ОСНОВА ФОТОДЕТЕКТОРОВ» 65

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА В НАНОУСТРОЙСТВАХ НА ОСНОВЕ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР И ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОМАТЕРИАЛАМИ 65

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ ГРАФЕН/ГРАФЕНОПОДОБНЫХ СТРУКТУР, ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ, И ПОЛИМЕРНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ 65

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ И ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ УСТАНОВКЕ XFEL 66

СОЗДАНИЕ ПАВ СТРУКТУР ГРАФЕН-ПЬЕЗОЭЛЕКТРИК И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ 66

СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ПОЛИМОРФНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ГРАФЕНА 66

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СЕЛЕКТИВНОЙ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВОЙ ЭПИТАКСИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НИТЕВИДНЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ A3B5 НА ПОВЕРХНОСТИ СТРУКТУРИРОВАННОГО ГРАФЕНА 67

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУР РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ 67

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ БИОМЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И БИОПОЛИМЕРОВ 68

ИССЛЕДОВАНИЕ И МИНИМИЗАЦИЯ ДЕГРАДАЦИИ ДВУМЕРНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМИСТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ 68

ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ МОДУЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ В ОДНОМЕРНЫХ И ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ 68

КОМПЛЕКСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОВАЛЕНТНО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ. СТРОЕНИЕ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ, МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ФТОРИДОВ И ОКСИДОВ ГРАФЕНА 68

УСИЛЕНИЕ ТЕРАГЕРЦЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПЛАЗМОННЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА С ДРЕЙФОМ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА 69

РЕНОРМГРУППОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ 69

КВАНТОВЫЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ПОСТКРЕМНИЕВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ 69

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИОКСИАЛКАНОАТОВ ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИВЫЕ КЛЕТКИ И ТКАНИ 69

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ В ДЕФОРМИРУЕМЫХ СРЕДАХ НА НАНО-, МИКРО- И МАКРОСКОПИЧЕСКОМ УРОВНЯХ 70

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТУННЕЛЬНЫХ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВСКИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДРУГИХ ДВУМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ 70

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТИПОВ МАГНИТНЫХ НАНО НАГРЕВАТЕЛЕЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ МИКРО- СВИММЕРОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ 70

ОДИНОЧНЫЕ И КОНСОЛИДИРОВАННЫЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ: ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ В НАНОУСТРОЙСТВАХ 70

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ НАНОСТРУКТУР 71

ДИАМАНЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ НА ОСНОВЕ ПОВЕРНУТЫХ ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ: СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВА 71

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 71

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТА И ТЕРМАЛИЗАЦИИ АНСАМБЛЕЙ СПИНОВЫХ МАГНИТОЭКСИТОНОВ 71

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ И СПИНОВОЙ СТРУКТУРЫ ДИРАКОВСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ДВУМЕРНЫХ СИСТЕМ С БОЛЬШИМ СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ 72

НОВЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ РАЗЛИЧНОЙ РАЗМЕРНОСТИ И ПРОВОДИМОСТИ 72

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 72

МЕТОД СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 73

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫМИ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫМИ СВОЙСТВАМИ ГРАФЕН-НАНОТРУБНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ 73

ТРАНСПОРТНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ГРАФЕНЕ И ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОРАХ 73

ИССЛЕДОВАНИЕ АТОМНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ НОВЫХ ГИБРИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РЕНТГЕНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ НА СИНХРОТРОННОМ ИЗЛУЧЕНИИ 74

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА И ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОТОКОВ ДИССОЦИИРОВАННОГО ВОЗДУХА НА ПОВЕРХНОСТЬ УЛЬТРАВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ВЧ-ПЛАЗМОТРОНАХ, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ 74

ПОИСК И ПРЕДСКАЗАНИЕ НОВЫХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ 75

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУР, МЕТАМАТЕРИАЛОВ И МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОСНОВЕ 75

МАГНИТНО-СПИН-ОРБИТАЛЬНЫЙ ГРАФЕН ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ СПИНТРОНИКИ 75

ОПТИЧЕСКИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ИНДУЦИРОВАННЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В НАНОПРОВОДАХ И НАНОКОМПОЗИТАХ ДИОКСИДА ВАНАДИЯ 76

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ ВОЛН В ПЕРИОДИЧЕСКИХ ДИСКРЕТНЫХ СТРУКТУРАХ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА 76

ТОКСИЧНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ИХ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ 76

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ФОНОННЫЕ СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ДОНОРНЫМИ И АКЦЕПТОРНЫМИ ПРИМЕСЯМИ ГРАФЕНА НА ПОДЛОЖКАХ 76

МЕЖФАЗНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОФАЗ ПРИРОДНОГО АМОРФНОГО УГЛЕРОДА И МИНЕРАЛОВ АЛЮМОСИЛИКАТОВ, И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ 77

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИФРАКЦИИ ДЛЯ СКАНИРУЮЩЕЙ БЛИЖНЕПОЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ 77

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ ЛИНИЙ КОНТАКТА ГАЗ – ЖИДКОСТЬ – ТВЕРДОЕ ТЕЛО 78

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ 2D И 3D НАНОСТРУКТУР И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 78

ТЕРАГЕРЦОВАЯ ПЛАЗМОНИКА В СИСТЕМЕ ДИРАКОВСКИХ ФЕРМИОНОВ: ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ 79

ХИМИЧЕСКИ ИНДУЦИРОВАННЫЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ 79

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МЕХАНИЗМОВ БИОТРАНСФОРМАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНО- И МИКРОЧАСТИЦ НА ПРИМЕРЕ ГИДРОБИОНТОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ 79

ПОИСК И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ БИОХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ 79

КОНВЕКТИВНЫЙ И КОНДУКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН ВБЛИЗИ ГОРЯЧЕЙ ГРАФЕНОВОЙ ПЛЁНКИ 80

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА В СЛОЖНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ, В ТОМ ЧИСЛЕ КВАНТОВЫХ 80

КОЛЛЕКТИВНЫЙ КВАНТОВЫЙ ТРАНСПОРТ И СВЕТОИНДУЦИРОВАННАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ 80

НАНОМЕХАНИЧЕСКИЕ ДЕТЕКТОРЫ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 81

УЛЬТРАБЫСТРЫЕ ФОТОДЕТЕКТОРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ 81

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, СВЯЗАННЫЕ С ЭЛЕКТРОН-ЭЛЕКТРОННЫМИ СТОЛКНОВЕНИЯМИ 81

ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ФОТОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СТРУКТУРАХ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭТИХ УСТРОЙСТВ 82

НОВЫЕ ОДНОМЕРНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕРАГЕРЦОВОЙ ОПТОТЕХНИКИ 82

РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАНО- И БИОМАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ 82

СЛОИСТЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК РАЗЛИЧНОЙ ТОПОЛОГИИ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ НАНОУСТРОЙСТВ 83

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПЛАЗМОННЫХ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА ДЛЯ СЕЛЕКТИВНЫХ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 83

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ С ГРАФЕНОМ 83

СУБПИКОСЕКУНДНАЯ КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОНОВ В ГРАФЕНЕ В ОПТИЧЕСКИХ И ТЕРАГЕРЦОВЫХ ПОЛЯХ 84

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И МЕТАЛЛА 84

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАСШИФРОВКЕ СТРОЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОКСИДА ГРАФЕНА 84

СПИНОВЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ ЭФФЕКТЫ В РЕЛЯТИВИСТСКИХ КВАНТОВЫХ СРЕДАХ 84

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЗОНАНСОВ В ТЕРАГЕРЦОВЫХ ДЕТЕКТОРАХ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ 85

ДИСКРЕТНЫЕ И КОНТИНУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ АНОМАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ЭНЕРГИИ В КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ 85

НАНОПУЗЫРЬКИ В ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ СУБМИКРОННЫХ ПОРЦИЙ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГЕТИКИ 86

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МИКРО- НАНОПЛАСТИНОК, ПЛЕНОК С УЧЕТОМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЭФФЕКТОВ 86

ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ СТРУКТУРЫ ГРАФЕН/SIC НА АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ ГРАФЕНА 86

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ УНМ ДЛЯ СОВМЕЩЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ МИКРОЭЛЕКТРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА 87

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ И УСИЛЕНИЕ ТЕРАГЕРЦЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ГРАФЕНЕ С ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ 87

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ НАКОПЛЕНИЯ И ТРАНСПОРТА ЭНЕРГИИ НА ДЕФЕКТАХ В ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ТИПА «ГРАФЕН» 88

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ АКУСТОЭЛЕКТРОННЫМИ МЕТОДАМИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДАТЧИКА МОНООКСИДА И ДИОКСИДА УГЛЕРОДА 88

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ С ГРАДИЕНТОМ СОСТАВА И СВОЙСТВ, СОЗДАВАЕМЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ 88

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СКЭФФОЛДОВ С МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ 89

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГИБРИДНЫХ СТРУКТУР, В ТОМ ЧИСЛЕ ПОЛИСОПРЯЖЕННЫХ СИСТЕМ, НАНОСТРУКТУР, КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И СИСТЕМ ПОНИЖЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ 89

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛО 90

ГРАФЕНОВЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЕ СТАБИЛЬНЫМИ РАДИКАЛЬНЫМИ ГРУППАМИ 90

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ СМОЛИСТО-АСФАЛЬТЕНОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ И ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ 91

ПРОЕКТ РНФ № 19-15-00244 ИЗУЧЕНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ ОКСИДА ГРАФЕНА С КЛЕТКАМИ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В БИОМЕДИЦИНЕ (ПРОДЛЕНИЕ) 91

ДИАГНОСТИКА И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР И ПРИБОРОВ ДЛЯ МИКРО-, НАНО-, АКУСТОЭЛЕКТРОНИКИ И РАДИОФОТОНИКИ 92

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ, СВЕРХПРОВОДНИКОВЫХ, МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ 92

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ УПРОЧНЕНИЯ/ДЕГРАДАЦИИ ГРАНИЦ РАЗДЕЛА В КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУРАХ, СОДЕРЖАЩИХ В ТОМ ЧИСЛЕ И УНТ, ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ 92

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА И ТЕРМОИНТЕРФЕЙСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ 93

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ И ФУНГИЦИДНЫХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ 93

ВЛИЯНИЕ СВЕРХНИЗКОГО СОДЕРЖАНИЯ НАНОНАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ИЗНОСОСТОЙКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИОННОГО НАПОЛНЕНИЯ 94

ЭКЗОТИЧЕСКИЕ МНОГОЧАСТИЧНЫЕ ФАЗЫ ПОДКРУЧЕННОГО ДВУСЛОЙНОГО ГРАФЕНА И РОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ 94

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ЭФФЕКТОВ В МАТЕРИАЛАХ НИЗКОЙ РАЗМЕРНОСТИ 95

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ГЕТЕРОСТРУКТУР НИТРИД БОРА - ГРАФЕН ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ АДСОРБЦИИ ВОДОРОДА 95

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИКОВ ОПТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ 95

СОЛИТОНЫ, ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И ФЕРМИОН-БОЗОННЫЕ СПЕКТРЫ В КЛАССИЧЕСКИХ И КВАНТОВЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ 95

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СЛОЕВ С ВЫСОКОЙ СЕЛЕКТИВНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С КОНТАКТАМИ В ВИДЕ ГРАФЕНА И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ 96

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПОИСКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МАГНЕТИЗМА, ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ, МАГНИТОЭЛЕКТРОНИКИ И МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ 96

ЛОКАЛЬНАЯ ФОТОХИМИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ 96

НЕЛИНЕЙНЫЙ КРАЕВОЙ ТРАНСПОРТ В ДВУМЕРНЫХ СИСТЕМАХ 96

ХИМИЧЕСКИ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ 97

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ, АЛГОРИТМОВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СИСТЕМ 97

НОВЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБРАЗОВАННЫЕ МОНОСЛОЯМИ СУЛЬФИДОВ И ГИДРОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА, ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ 97

ПЛАЗМОН-УСИЛЕННАЯ БЛИЖНЕПОЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР 98

МАССИВЫ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР С 2D -3D АРХИТЕКТУРОЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ ЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА ДЛЯ ГИБКОЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ 98

ГИБКИЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ A3B5 НАНОСТРУКТУР 98

БИОМЕДИЦИНСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГРАФЕНОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ АНТИОКСИДАНТНЫМИ АМИНОКИСЛОТАМИ 99

СТРУКТУРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗОН И ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОРЯДКОВ В ДВОЙНЫХ КВАНТОВЫХ ЯМАХ HGTE 99

ДИНАМИКА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ СО СЛОЖНОЙ РЕШЕТКОЙ 99

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ 2D И 3D НАНОСТРУКТУР И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 100

ОБМЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ПЕРОВСКИТНЫХ 2D ВТСП МАТЕРИАЛАХ СО СТРАЙПОВОЙ СТРУКТУРОЙ 100

ТРАНСПОРТ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМАХ: ЭЛЕКТРОННЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ И ТУННЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ 101

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ СО СТРУКТУРОЙ СВЕРХРЕШЕТКИ И УЛЬТРАНИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ НА ОСНОВЕ 2D И КВАЗИ-2D МАТЕРИАЛОВ 101

ОПТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНДЕНСИРОВАННЫХ ИОННЫХ СИСТЕМ, ПОЛУПРОВОДНИКОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 102

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕННОСТИ ОБРАЗЦОВ ОКСИДА ГРАФЕНА (2 ОБРАЗЦА)....102

КОМПОЗИТНЫЕ КАТОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФЕРРОФОСФАТА ЛИТИЯ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ....103

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ЯВЛЕНИЙ В ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ СЕЛЕНА И МЕДИ, А ТАКЖЕ В ИНЫХ МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЙ В ФОТОНИКЕ И ЭЛЕКТРОНИКЕ .103

МЕХАНИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ....103

НОВЫЕ ГИБРИДНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ ДИФЕНИЛАМИН-2-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ, ВЫСОКОПОРИСТОГО УГЛЕРОДА С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ ПОР И НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ 103

ФИЗИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ И ПЛЕНОК103

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СТРЕЙНТРОНИКИ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР СЕМЕЙСТВА ГРАФЕНА....104

ЭФФЕКТ БЛИЗОСТИ В СИСТЕМЕ ГРАФЕН-ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ИЗОЛЯТОР 104

ФИЗИКА, ТЕХНОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРИЯ ДЕФЕКТОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ, ФОТОВОЛЬТАНИКИ И СЕНСОРИКИ....104

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ И ГЕНЕРАЦИЯ ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ПРИ КОНТАКТЕ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ....105

ТЕОРИЯ КРАЕВЫХ ФОТОТОКОВ В ДВУМЕРНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ 105

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СЛОИСТЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ....105

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОСИСТЕМ И НАНОМАТЕРИАЛОВ 105

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К ОПИСАНИЮ ТЕПЛОВОЙ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ В НОВЫХ НИЗКОДЕФЕКТНЫХ МАТЕРИАЛАХ....106

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ И ЭФФЕКТЫ МАГНИТНОГО УПОРЯДОЧЕНИЯ В ТРАНСПОРТЕ В СИЛЬНО КОРРЕЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛАХ....106

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГРАФЕНА И ДИНАМИЧЕСКОГО ПОТОКА ЖИДКОЙ СРЕДЫ....106

РАЗРАБОТКА И СИНТЕЗ НОВЫХ ВОДОРОД-АККУМУЛИРУЮЩИХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ MG-C С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ УГЛЕРОДА (ФУЛЛЕРИТ, ГРАФИТ, НАНОТРУБКИ)....107

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННО-ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИАМОНДОИДОВ НА СОРБЕНТАХ С 2D- И 3D-ТИПАМИ СТРУКТУРНОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ....107

СИНТЕЗ КОМПОЗИТОВ ИЗ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ИХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 107

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ....108

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЛОТРОПНЫХ МОДИФИКАЦИЙ УГЛЕРОДА (АЛМАЗ, ГРАФИТ) ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПИКОСЕКУНДНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ....108

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХОДНЫХ ФОРМ УГЛЕРОДА И СИГНЕТОЭЛЕКТРИКА ДЛЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПЛЕНОЧНОГО И ОБЪЕМНОГО ТИПОВ....108

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ, РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИЗАЙНА ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ И СОЗДАНИЕ НА ЭТОЙ ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ..109

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СИНТЕЗА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ 109

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ С КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ: СИНТЕЗ, ФРИКЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, РАСЧЕТ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 109

ФОТОАКТИВНЫЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ДОПИРОВАННЫЕ ОКТАЭДРИЧЕСКИМИ КЛАСТЕРНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ....109

ТЕРМОДИНАМИКА МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ С 2D- И 3D-ТИПАМИ СТРУКТУРНОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ....110

НОВЫЕ МИКРО- И НАНОУСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ СИЛЬНОКОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ 110

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МЕЗО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭФФЕКТАМИ МОЛЕКУЛЯРНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ; РАЗРАБОТКА НА ИХ ОСНОВЕ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОРБЦИОННЫХ, РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ, КАТАЛИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ....110

НОВЫЕ ПОРИСТЫЕ ПИРОУГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФЕРРОЦЕНСОДЕРЖАЩИХ ФТОРИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРОВ И СОПОЛИМЕРОВ....111

ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР 111

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ГРАНУЛ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ГРАФИТ....112

УСТОЙЧИВОСТЬ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ СТРУКТУР ФОСФОРЕН, MOS_2 И SNS_2, ...112

НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСЛОЙНОМУ АНАЛИЗУ ФАЗОВОГО СОСТАВА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ВИМС....112

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ ФАЗ И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОКСИД ГРАФИТА – ПОЛЯРНЫЙ РАСТВОРИТЕЛЬ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА ЭПР 112

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ SP2-SP3 РЕГИБРИДИЗАЦИИ УГЛЕРОДА НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОАЛМАЗОВ....112

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ФАКТОРОВ И ОСНОВНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ И ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ВБЛИЗИ ИДЕАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ И В МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ.
РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРИНЦИПОВ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ 113

МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ В СЛОИСТЫХ ПРОВОДНИКАХ С СИЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ КОРРЕЛЯЦИЯМИ 113

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОТОЧЕК СЛОИСТЫХ КРИСТАЛЛОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В МАТРИЦАХ МЕЗОПОРИСТОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ....114

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВ ВТОРИЧНЫХ СТРУКТУР НА ЛЕГИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЯХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ....114

ИССЛЕДОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ....114

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ И МЕТОДОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ НИХ 115

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ГРАФИТИРОВАННЫХ И УГЛЕРОД-КАРБИДОКРЕМНИЕВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ....115

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОДХОДОВ В ПОВЫШЕНИИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С CVD АЛМАЗНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ...115

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ 116

ИЗУЧЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ТЕРМОРАСШИРЯЮЩИМСЯ ГРАФИТОМ НА КРЕМНЕЗЕМНОЙ ОСНОВЕ 116

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С НОВЫМИ СВОЙСТВАМИ И ФУНКЦИОНАЛОМ 116

ДИССЕРТАЦИИ....117

СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ КЛАСТЕРОВ AUNHM 117

МЕХАНИЗМЫ УСКОРЕНИЯ ДИФФУЗИИ КЛАСТЕРОВ НА ЧЕШУЙЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ....117

МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАВЛЕНИЯ ГРАФИТА И ГРАФЕНА 117

СВОЙСТВА БИОСЕНСОРОВ И МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МЕТОДОМ ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ 117

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ С ДИОКСИДОМ АЗОТА И АММИАКОМ 118

ОКСИД ГРАФЕНА: МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ, СТРУКТУРА И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 118

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕНСОРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ БИООБЪЕКТОВ И НАНОУГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАНОЭЛЕКТРОННЫХ И АКУСТОЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ 118

ДИНАМИЧЕСКОЕ НАРУШЕНИЕ СИММЕТРИИ В ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ГРОССА - НЕВЁ ПРИ КОНЕЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ 119

СТРУКТУРА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 119

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПТФЭ-КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ 119

ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР В СИЛЬНЫХ ВНЕШНИХ ПОЛЯХ 119

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ И СВОЙСТВ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА И МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК 120

ДИАГНОСТИКА ПРИБОРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ И УГЛЕРОДНЫХ СЛОЕВ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА 120

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИМОРФНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ГРАФЕНА 120

СВОЙСТВА СТРУКТУРИРОВАННЫХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО ФАЗОВОГО СОСТАВА С МЕЗОГЕНАМИ И РАСТВОРАМИ ПОЛИМЕРОВ 120

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ КРИСТАЛЛОВ С ДИСКЛИНАЦИЯМИ 121

КОЛОННЫЙ ГРАФЕН: ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА, ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕРЕТЕКАНИЯ ЗАРЯДА И ЭЛЕКТРОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 121

РОЛЬ ЭФФЕКТОВ МНОГОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ПРОЦЕССАХ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ И ДОАБЛЯЦИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ КОРОТКИМИ ИМПУЛЬСАМИ 121

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ И ХАЛЬКОГЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ 122

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НЕУПОРЯДОЧЕННОГО ГРАФЕНА 122

ОПТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ФОТОННЫХ И ПЛАЗМОННЫХ УСТРОЙСТВ 122

ВЛИЯНИЕ ГРАФЕНА НА ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИРКОНИЯ 122

ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ 122

ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ ГРАФЕНА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ МОЛЕКУЛАМИ И ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НАНОБИОМЕДИЦИНЕ 123

ДИСКРЕТНЫЕ МАГНОННЫЕ И ПЛАЗМОННЫЕ ВОЛНОВОДЫ И ПЛАЗМОН-МАГНОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 123

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ СЛОЕВ ГРАФЕНА, H-BN И ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ 123

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА НА МИКРОКЛОНАЛЬНЫЕ ПРОРОСТКИ ГИБРИДА ТОПОЛЬ БЕЛЫЙ × ОСИНА И БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ 124

ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ, ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТАЛЕЙ, АЛМАЗНЫХ И ГРАФЕНОВЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 124

МАГНИТООПТИЧЕСКИЕ И ПЛАЗМОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В НАНОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 125

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГРАФИТА И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ 125

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИАНИЛИНА, ПОЛУЧЕННОГО В ПРИСУТСТВИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТРИЦ 125

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ РЕШЁТКИ И ТЕПЛОЁМКОСТЬ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК 126

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ ЖИДКИХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ И КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 126

ГИДРИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРИСУТСТВИИ ПАЛЛАДИЙСОДЕРЖАЩИХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 126

ВЛИЯНИЕ ОКСИДНО-СОЛЕВОЙ СРЕДЫ НА ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РАДИОАКТИВНОГО РЕАКТОРНОГО ГРАФИТА В СОЛЕВОЙ ПЕЧИ 127

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОБАВОК ЛИТИЯ, КАЛЬЦИЯ, ВИСМУТА, СЕРЕБРА И НИКЕЛЯ НА ПЛОТНОСТЬ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СВИНЦА И СМАЧИВАНИЕ ИМ СПЕЦСТАЛЕЙ 127

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ДЕГРАДАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ И ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ 127

РАДИАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ГРАФИТА И ГРАФИТОПОДОБНОГО НИТРИДА БОРА 128

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ MO - С ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СОСТАВА И ГРАФИТА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ 128

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА КОМПЛЕКС ИЗНОСОСТОЙКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СВМПЭ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ IN SITU 128

ВЛИЯНИЕ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 128

ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА 129

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИОКСИДОМ КРЕМНИЯ И СКРЫТОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ГРАФИТОМ 129

ОРИЕНТАЦИОННАЯ УПОРЯДОЧЕННОСТЬ И ПОДВИЖНОСТЬ СПИНОВЫХ ЗОНДОВ В МОЛЕКУЛЯРНО-ОРГАНИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ 129

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ С ОКСИДАМИ ГРАФИТА: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАБУХШИХ СТРУКТУР 129

СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФАЗ, СОСТОЯЩИХ ИЗ SP2+SP3 ГИБРИДИЗИРОВАННЫХ АТОМОВ 130

ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОПОРОГОВОЙ ПОЛЕВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ ИЗ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ СТРУКТУР 130

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КИСЛОРОДА И ВОДОРОДА НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА И НИКЕЛЯ, НАНЕСЕННЫХ НА ВЫСОКООРИЕНТИРОВАННЫЙ ПИРОЛИТИЧЕСКИЙ ГРАФИТ 130

ДИСПЕРСИОННЫЕ СИЛЫ В СЛОИСТЫХ ПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУРАХ 130

ГОСТ 131

ГРАФИТ СКРЫТОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ 131

ГРАФИТ ЭЛЕМЕНТНЫЙ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ 131

ТУ (ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ) 131

ГРАФИТ ЗАВАЛЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ 131

ГРАФЕН – производство

НИОКТР 131

ПРЯМОЙ СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУР ПРИ ГОМОГЕННОЙ НУКЛЕАЦИИ УГЛЕРОДА В АРГОНОВОЙ ПЛАЗМЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ 131

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПЛАЗМОННЫХ ВЕЗИКУЛ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 131

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУР УГЛЕРОДА ИЗ УГЛЕЙ РАЗНОЙ СТАДИИ МЕТАМОРФИЗМА 132

СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ 132

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА 132

ОСВОЕНИЕ МАЛОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ МЕТОДОМ ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ 132

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОЛУЧЕНИЮ И МОДИФИКАЦИИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА С ПОМОЩЬЮ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА 133

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО ГРАФИТА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ, ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЕГО ОСНОВЕ 133

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ 133

КОЛЛОИДНЫЕ И ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ В СВЕРХКРИТИЧЕСКОМ ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА 134

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ АНОДОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ 134

ИОДОНИЕВЫЕ СОЛИ: СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СОЗДАНИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ФОТОНИКИ И ПЛАЗМОНИКИ 134

НЕРАВНОВЕСНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПАРОВ В ДУГОВОМ РАЗРЯДЕ 134

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ 3D ВЫСОКОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ, ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 135

СЛОИСТЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И 2D-КАРБИДОВ ТИТАНА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ И СЕНСОРИКИ 135

МЕТАПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА КАК ОСНОВА ГКР-СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКО- И ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ 135

МЕТОДЫ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМОЙ САМОСБОРКИ 2D-НАНОСТРУКТУР И ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ 135

КОМПОЗИТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ 136

СОЗДАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА И НАНОРАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ 136

МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРА СЛОЖНООРГАНИЗОВАННЫХ МАКРОМОЛЕКУЛ 137

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА ПОЛНОСТЬЮ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСХЕМЫ С ГРАФЕНОМ 137

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА НАНОСТРУКТУРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ АДСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДООЧИСТКИ 137

СИНТЕЗ НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СРЕДЕ РАСПЛАВЛЕННЫХ СОЛЕЙ 137

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, СПЕКТРОСКОПИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ 138

НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ - НОВЫЙ МАТЕРИАЛ ЛИТИЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА 138

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ И РОДСТВЕННЫХ СЛОИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЧЕРЕЗ ЖИДКОФАЗНОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ МАССИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ 138

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОДСИСТЕМ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ГИБРИДНЫЕ ВОЛНЫ В СЛОИСТЫХ НАНОСТРУКТУРАХ 139

РЕНТГЕНОВСКАЯ ФОТОЭЛЕКТРОННАЯ ГОЛОГРАФИЯ КАК НОВЫЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ 2D-НАНОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ И ИНТЕРФЕЙСОВ НА ИХ ОСНОВЕ 139

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ И РОДСТВЕННЫХ СЛОИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЧЕРЕЗ ЖИДКОФАЗНОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ МАССИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ 139

ИНТЕРКАЛЯЦИОННЫЙ СИНТЕЗ УЛЬТРАТОНКИХ ПЛЕНОК СИЛИЦИДОВ МАГНИТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПОД СЛОЕМ ГРАФЕНА 140

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ НАНОКОМПОЗИТОВ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ И ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ 140

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ И ПРИЕМНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ 140

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ АЛМАЗА ИЗ ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ 140

ГРАФЕН НА ПОВЕРХНОСТИ ВОЛОКОН: ПОЛУЧЕНИЕ, СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА 141

СУПЕРГИБРИДНЫЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ КАРКАСЫ НА ТВЕРДЫХ ПОДЛОЖКАХ: БЛОЧНАЯ СБОРКА ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУР ИЗ ТЕТРАПИРРОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОВОДНИКОВ И ОКСИДА ГРАФЕНА 141

III-N ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ НА ОТДЕЛЕННЫХ ОТ ПОДЛОЖКИ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ, СОЗДАННЫЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ «III-N НА ГРАФЕНЕ» 141

РАЗВИТИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ, НАНОФОТОНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ НА БАЗЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНЫХ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПУЧКОВ ИОНОВ 142

ДИСПЕРГИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ДРУГИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ПУТЁМ БЫСТРОГО РАСШИРЕНИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ СУСПЕНЗИЙ 142

ПОЛУЧЕНИЕ, СТАБИЛЬНОСТЬ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНЫХ П(ВДФ-ТРФЭ)-ГРАФЕНОВЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК, ВОЛОКОН, МЕМБРАН И ПОКРЫТИЙ 143

НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И ОКСИДОВ И ХАЛЬКОГЕНИДОВ D-ЭЛЕМЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫЕ «ПЕРОКСИДНЫМ» МЕТОДОМ, ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СУПЕРКОНДЕНСАТОРАХ 143

ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С РЕГУЛИРУЕМОЙ 3D АРХИТЕКТУРОЙ НА ОСНОВЕ 2D НАНОРАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ И ДРУГИХ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ 143

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И МАКЕТА УСТАНОВКИ СИНТЕЗА ГРАФЕНА 144

2D ПЕЧАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 144

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА, И РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПОВ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ 144

НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОГО СИНТЕЗА МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ НАНОСТРУКТУР 144

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗИСТИВНЫХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ В 2D-НАПЕЧАТАННЫХ СТРУКТУРАХ МЕТАЛЛ/ФТОРОГРАФЕН/МЕТАЛЛ НА ТВЕРДЫХ И ГИБКИХ ПОДЛОЖКАХ 145

ДИЗАЙН И НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ALD – ТЕХНОЛОГИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫСОКОЕМКИХ АККУМУЛЯТОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ 145

СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА И МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КООРДИНАЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ 146

СИНТЕЗ, СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА И МАГНЕТИЗМ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 146

РАЗРАБОТКА И ПОЛУЧЕНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА (ОКСИД ГРАФЕНА, СУСПЕНЗИИ ОКСИДА ГРАФЕНА, СУХИЕ ГРАФЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ГРАФЕНОВЫЕ АЭРОГЕЛИ, ГРАФЕНОВЫЕ МЕМБРАНЫ, ПРОВОДЯЩИЕ ЧЕРНИЛА, НАНООКСИД ГРАФЕНА). ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ 146

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР 146

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ НОВОГО КЛАССА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ СВЕТОПОГЛОЩЕНИЕМ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 147

СОЕДИНЕНИЯ, КОМПОЗИТЫ И ПЛЕНОЧНЫЕ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА: ПОЛУЧЕНИЕ И КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ 147

ИЕРАРХИЧЕСКИ СТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОРИСТЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ N-ЗАМЕЩЕННЫХ ПОЛИАНИЛИНОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ 147

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОВЫХ ЛАЗЕРНЫХ, ПЛАЗМЕННЫХ И РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 148

ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ НАНОКОНЪЮГАТЫ ПЕПТИДНЫХ И БЕЛКОВЫХ НЕЙРОТОКСИНОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ НИКОТИНОВЫХ ХОЛИНОРЕЦЕПТОРОВ 148

СОЗДАНИЕ НОВЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ИХ ПЕРЕРАБОТКА В МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА 148

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЙ СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР 149

ЛАЗЕРНАЯ ПЕЧАТЬ НУЛЬМЕРНЫХ И ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 149

ДВУМЕРНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ, ТАКИЕ КАК MoS_2 И WS_2, ПРЕДСТАВЛЯЮТ СОБОЙ НОВОЕ СЕМЕЙСТВО МАТЕРИАЛОВ С ШИРОКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРИМЕНЕНИЯ В НАНО- И ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ. ДИХАЛЬКОГЕНИДЫ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ (MoS_2, WS_2, WSe_2, $MoSe_2$) 149

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ИЗ СЕТОК ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА 150

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПЕРОКСИДНОГО ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПЛЁНОК И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СИНТЕЗА НОВЫХ ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 150

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДВУХМЕРНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ГИБКОЙ ПОДЛОЖКЕ 150

ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА С ПОМОЩЬЮ 2D ПЕЧАТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 151

СИНТЕЗ, ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ПРИБОРНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛЕНОК МНОГОСЛОЙНОГО ГРАФЕНА 151

СИНТЕЗ, ТРАНСФОРМАЦИЯ, ЭЛЕКТРОННЫЕ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНО- И ГЕТЕРОСТРУКТУР 151

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ «НАНОМЕТАЛЛ – КРУПНОЗЕРНИСТЫЙ МЕТАЛЛ – ГРАФЕН» 152

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИТОВ ДЕТОНАЦИОННЫЙ АЛМАЗ - ГРАФЕН ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ДВОЙНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ СЛОЕ 152

СВАРНЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ СЛОЕВ ГРАФЕНА И РОДСТВЕННЫХ ЕМУ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 152

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ TiO_2-ZrO_2, ДЕКОРИРОВАННЫХ ВОССТАНОВЛЕННЫМ ОКСИДОМ ГРАФЕНА И НАНОЧАСТИЦАМИ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, С ПОМОЩЬЮ INKJET ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ 153

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ СЛОЕВ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛАХ ИЗ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ 153

ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЙ СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА С НЕОРГАНИЧЕСКИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ. ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЙ СИНТЕЗ И ДИАГНОСТИКА СВЕРХТВЕРДЫХ, ИЗНОСОСТОЙКИХ, АНТИКОРРОЗИОННЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ 153

БЕНЗИМИДАЗОЛ-ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЙ ГРАФЕН ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ 154

МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 154

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ЗАДАНИЕ № 3.7131.2017/8У 154

САМОСБОРКА ОДНОРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА НА МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦАХ 155

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ 155

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АЛМАЗОПОДОБНОГО УГЛЕРОДА И ГРАФЕНА: ТЕХНОЛОГИЯ И СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫЕ И МЕМРИСТИВНЫЕ СВОЙСТВА 155

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ОБРАЗЦОВ 3D НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ АЭРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ 155

РАЗРАБОТКА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОСНОВ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. БЛОК ПРОЕКТА «ПРОМЫШЛЕННО ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» 156

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ И ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. НАНОГИБРИДЫ ГИДРОКСИАПАТИТ/ОКСИД ГРАФЕНА/КОЛЛАГЕН: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА, ХАРАКТЕРИСТИКИ БИОСОВМЕСТИМОСТИ (IN VITRO) 156

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ГАЗОФАЗНОГО СИНТЕЗА МОНО, ПОЛИ И НАНО КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АЛМАЗНЫХ ПЛЕНОК, И ПЛАСТИН (CVD АЛМАЗ), ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА, А ТАКЖЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ 156

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ И СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ 157

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНОВ ПРИ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПЛАЗМЕННЫХ СТРУЯХ 157

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАНО-КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КАТАЛИЗЕ И В ИЗГОТОВЛЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО СПРОЕКТИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ 157

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ И ПЛАЗМЫ 157

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ДВУХМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА, ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА, УГЛЕРОДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК И ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА: ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 158

ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 158

НОВЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ГРАФЕНА И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ 158

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГИБРИДНЫХ БАТАРЕЙ-СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ 2D НАНОКРИСТАЛЛОВ ОКСИДОВ (ГИДРОКСИДОВ) Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Fe И ДР., ПОЛУЧАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА 159

ФОРМИРОВАНИЕ ОРИЕНТИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И СВОЙСТВА ВОЛОКОН НА ИХ ОСНОВЕ 159

КОМПОЗИТНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ОКСИДОВ Ce, Zn И Zr: СИНТЕЗ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ КЕРАМИКИ ШИРОКОГО СПЕКТРА НАЗНАЧЕНИЯ 159

ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ОДНОМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР 160

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ СОЕДИНЕНИЙ ГРУППЫ IV, A3B5, НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРИБОРОВ НА ИХ ОСНОВЕ 160

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ ПОЛИБЕНЗИМИДАЗОЛА И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРАНСПОРТ И ПРИКЛАДНОЙ ПОТЕНЦИАЛ 160

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ С ВЫСОКОВОЛЬТНЫМИ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ И НАНОРАЗМЕРНЫМИ ПОЛИАНИЛИН/ГРАФЕНОВЫМИ КОМПОЗИТАМИ 161

МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СПИНОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛАХ 161

ПОЛИМЕРМАТРИЧНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТЬЮ ДЛЯ ЗАМЕНЫ СТЕКЛОТЕКСТОЛИТА В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ КОМПАКТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ 161

РАЗРАБОТКА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ НАНОЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА 161

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 2D-МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ФОТОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ....162

ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ПО ПРОГРАММЕ «МИХАИЛ ЛОМОНОСОВ» ПО ТЕМЕ: «ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФЕНОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКРАЙБИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» 162

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРАФЕНОЛЕГИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПАСТ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНФИГУРАЦИИ....162

РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРАФЕНОВЫХ НОНОСТРУКТУР ИЗ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРОНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР С НАНЕСЕННЫМ МЕТАЛЛОМ-КАТАЛИЗАТОРОМ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ, ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ 162

УПРАВЛЕНИЕ КОНВЕРСИЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В СТРУЕ ПЛАЗМЫ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ДЕФЕКТАМИ 163

СОЗДАНИЕ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ СУСПЕНЗИЙ И ПЛЕНОК: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОТРУДНИК НА ПОСТОЯННОЙ ОСНОВЕ....163

КОМПОЗИТЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ, АРМИРОВАННЫЕ ГРАФЕНОМ И НАНОРАЗМЕРНЫМ ДЕТОНАЦИОННЫМ УГЛЕРОДОМ....163

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ ГРАФЕНОВЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ....164

ФОТОНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ 164

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОИСТЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА....164

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И МЕХАНИЗМА АДСОРБЦИИ ВОДОРОДА В ГРАФИНОВЫХ НАНОТРУБКАХ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В ПОРАХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МЕМБРАН, И ПРОВЕДЕНИЕ РЕАКЦИЙ НЕКАТАЛИТИЧЕСКОГО ГИДРИРОВАНИЯ ОЛЕФИНОВ ЭТИМ ВОДОРОДОМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ МЕМБРАННЫХ РЕАКТОРОВ ГИДРИРОВАНИЯ С АККУМУЛИРОВАННЫМ ВОДОРОДОМ....165

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 165

ГИБРИДНЫЕ СЕНСОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЛЕНОК РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ И АКУСТОЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ 165

СОЗДАНИЕ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БИОМЕДИЦИНСКИХ ОПТИЧЕСКИХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МИКРОПЕЧАТИ....166

ЛАЗЕРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИИМИДНЫХ ПЛЕНОК: ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ГРАФЕНА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ОПТО- И МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ....166

УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НИКЕЛЬ-МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА....166

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРЕДЕЛЬНО СЕГРЕГИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ....166

НАНОСТРУКТУРЫ С ДИРАКОВСКИМ ЗАКОНОМ ДИСПЕРСИИ ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ И ДЕТЕКТОРОВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ....167

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ 2D СИСТЕМЫ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЕМБРАН 167

РФФИ-20-52-54003 ВЬЕТ_А «ФОРМИРОВАНИЕ, ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ И РАЗРАБОТКА ПРИМЕНЕНИЙ ГИБРИДНЫХ ПЛЕНОК ИЗ ГРАФЕНА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ДОПИРОВАННЫХ ХЛОРИДОМ МЕДИ» 167

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ 3D ВИЗУАЛИЗАЦИИ АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ НАНОРАЗМЕРНЫХ И ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ ГОЛОГРАФИИ С РАЗРЕШЕНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ И ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ С УГЛОВЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ 167

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ТОНКИХ ПЛЕНОК ХАЛЬКОГЕНИДОВ ИНДИЯ И ГАЛЛИЯ....168

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО ТРАНСПОРТА В ДВУМЕРНЫХ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ МЕТАЛЛ-ГЕКСАМЕРКАПТОБЕНЗОЛ И ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВСКИХ ГЕТЕРО-СТРУКТУРАХ С ГРАФЕНОМ НА ИХ ОСНОВЕ 168

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ И СОЗДАНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННЫХ, ОПТО- И АКУСТОЭЛЕКТРОННЫХ НАНОПРИБОРОВ НА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ 168

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НАНОСТРУКТУРЫ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 169

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЭПОКСИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ 169

НОВЫЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ДНК-АНАЛИТ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОПОЛИМЕРИЗОВАННОГО НЕЙТРАЛЬНОГО КРАСНОГО 170

ИОННОЕ ОБЛУЧЕНИЕ КАК МЕТОД МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР....170

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МАРШРУТОВ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА ГИДРАТИРОВАННЫХ ОКСИДОВ M_YA_YBO_Z (M=Na,Zn; A, B= Co(II,III), Ni(II,III), Fe(II,III), Mn(III,IV), Cu(II) И ДР.) И ИХ НАНОКОМПОЗИТОВ С ГРАФЕНОМ КАК ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ Na И Zn-ИОННЫХ ГИБРИДНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ-СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ....171

СОЗДАНИЕ НОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ГЕТЕРОСТРУКТУР, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПОВЫШЕННЫМ РЕСУРСОМ РАБОТЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ....171

ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ «НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПЕТРА ВЕЛИКОГО: МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СИНТЕЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ «МЕТАЛЛ-ГРАФЕН» И «КЕРАМИКА-ГРАФЕН» - РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ МЕТОДИК СИНТЕЗА КОМПОЗИТОВ «МЕТАЛЛ-ГРАФЕН» 171

ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ «НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПЕТРА ВЕЛИКОГО: МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СИНТЕЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ «МЕТАЛЛ-ГРАФЕН» И «КЕРАМИКА-ГРАФЕН» (ЧАСТЬ 2) 172

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ФОТОНИКЕ И МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ 172

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТОВ Au_2O_{3-x}/ГРАФЕН С УЛУЧШЕННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ 172

НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ДИСУЛЬФИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С ГРАФЕНОМ ДЛЯ Na-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ: ДИЗАЙН И ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 172

СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА И СВЕРХБЫСТРАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ДИНАМИКА В МАГНИТНЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОРАХ....173

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МИНИАТЮРИЗАЦИИ ГИБКИХ ЭКОЛОГИЧНЫХ АНТЕНН САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ НОВЕЙШИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВИЗАЦИИ....173

ВОДНЫЕ ДИСПЕРСИИ НЕФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА КАК ПРО- И АНТИОКСИДАНТЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ 173

ФЛИП-ФЛОП САМОСБОРКА МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРИЛЕНА В ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ....173

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕМБРАН СО СМЕШАННОЙ МАТРИЦЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИФЕНИЛЕНОКСИДА И ПОЛИДИМЕТИЛСИЛОКСАНА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕРВАПОРАЦИИ И НАНОФИЛЬТРАЦИИ 174

НЕЛИНЕЙНАЯ НАНОФОТОНИКА В РЕЗОНАНСНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ....174

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛИРУЕМОГО СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ, НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ХИМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И КАТАЛИЗА 175

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ И МАШИНОСТРОЕНИИ 175

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПОДХОДА ЛАЗЕРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДЛЯ БИОСОВМЕСТИМЫХ/БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ГИБКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ 175

СПИНОВЫЙ ФИЛЬТР НА ОСНОВЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР ОКСИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА КРЕМНИИ 176

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ И ПЛАЗМЫ 176

НАНОМАТЕРИАЛЫ И СТРУКТУРЫ ДЛЯ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ И РАДИОФОТОНИКИ: ПОЛУЧЕНИЕ, НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ 176

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ ПОРОШКОВ 176

РАЗРАБОТКА И АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ КЛЮЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ GAAS И GAN ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ПРИБОРАХ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ И СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКИ 177

УГЛЕРОДНАЯ ФОТОНИКА 177

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА, ДЕКОРИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА, ДЛЯ СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И РАДИОНУКЛИДОВ 178

ЛЕГИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ГРАФЕНА И ИХ МОДИФИЦИРОВАНИЕ МЕТОДАМИ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ И ОТЖИГА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРИБОРОВ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ 178

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 179

НОВЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕКЛАССИЧЕСКИХ (NON-IPR) ФУЛЛЕРЕНОВ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ 179

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ НОВЫХ ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ (ВКЛЮЧАЯ НАНОРАЗМЕРНЫЕ) ДЛЯ МОРСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ И РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 179

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА, МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ И ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НАНОТЕХНОЛОГИЯХ, МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ И БИОМЕДИЦИНЕ 179

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ТВЕРДЫМ ПОЛИМЕРНЫМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ 180

ФОРМИРОВАНИЕ ОРИЕНТИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И СВОЙСТВА ВОЛОКОН НА ИХ ОСНОВЕ 180

ГИБРИДНЫЕ SP3-SP2 УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ РАЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЭЛЕКТРОНИКИ: СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА 180

ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ХЕМОРЕЗИСТИВНЫХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОВ И БИОАКТИВНЫХ МОЛЕКУЛ 180

ЭЛЕКТРИЧЕСКИ И ОПТИЧЕСКИ КОНФИГУРИРУЕМЫЕ СУБ-ТГЦ/ТГЦ МЕТАЛИНЗЫ 181

ФОТОДЕТЕКТОРЫ БЛИЖНЕГО И КОРОТКОВОЛНОВОГО ИК-ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ НИТЕВИДНЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ INASP И УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР НА КРЕМНИИ 181

ДИАМАНОПОДОБНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ МУАРОВЫХ БИСЛОЕВ НИТРИДА БОРА И ГРАФЕНА 181

ПЕРВОПРИНЦИПНЫЙ ДИЗАЙН ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ ДВУМЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВ НАНО- И ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ, ВКЛЮЧАЯ ГИБКУЮ ЭЛЕКТРОНИКУ 182

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ ГАЛЛИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И КАТАЛИЗЕ 182

МЕМБРАНЫ ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ И МЕМБРАННОГО ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗА НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА 182

ЛАЗЕРНАЯ ПЕЧАТЬ НУЛЬМЕРНЫХ И ДВУМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 183

СОЗДАНИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ АСИММЕТРИЧНЫХ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАН ИЗ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПОДЛОЖЕЧНОГО И СЕЛЕКТИВНОГО СЛОЯ 183

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ 183

ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧНОЙ НОСИМОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ АНТЕННЫХ СИСТЕМ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ГИГАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 184

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА (СО)ПОЛИАРИЛЕНФТАЛИДОВ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ФТАЛИДНЫХ ГРУПП («ГОЛОВА К ГОЛОВЕ» И «ГОЛОВА К ХВОСТУ») 184

СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИХ НАНОКРИСТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ 184

НАНОГИБРИДЫ МЕТАЛЛ-УГЛЕРОД ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И ГЕНЕРАЦИИ ВОДОРОДА 184

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ АММИАЧНЫХ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ НА БАЗЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 185

СИНТЕЗ, МОДИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФИТА, И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ И LI-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ 185

СИНТЕЗ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ 185

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАЛЛ - УГЛЕРОДНЫХ, ОКСИД МЕТАЛЛ - УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ПРИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ И ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ОТЖИГЕ 186

ВЕЩЕСТВА И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ 186

ДИССЕРТАЦИИ 186

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ 186

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ГРАФЕНА НА ПОДЛОЖКАХ НА ОСНОВЕ D- И F- МЕТАЛЛОВ 187

СИНТЕЗ И МОРФОЛОГИЯ ГИБРИДНЫХ НАНОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ОКСИДОВ CO, Ni, MO, W И SI 187

СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ MoS2 И МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРФОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ДЛЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ 187

КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ДИСПЕРСИИ ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ 187

СИНТЕЗ И УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРОЙ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 188

СИНТЕЗ И ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ И СПИНОВОЙ СТРУКТУРЫ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ СИСТЕМ 188

ПОЛУЧЕНИЕ БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССОВ, СТИМУЛИРОВАННЫХ ПУЧКОВО-ПЛАЗМЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВЕЩЕСТВО 188

САМОСБОРКА И СОРБЦИЯ ПРОИЗВОДНЫХ И АНАЛОГОВ УРАЦИЛА 189

ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФИТОПОДОБНЫХ НАНОСТРУКТУР В УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНКАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ МЕТОДОМ 189

СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ГИДРО- И АЭРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА, ДЕКОРИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА, ДЛЯ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД 189

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ С ПАМЯТЬЮ: ГРАФЕНОВЫЙ МЕМКОНДЕНСАТОР И ОПТОМЕМРИСТОР НА ОСНОВЕ НИТРОЗОКОМПЛЕКСОВ РУТЕНИЯ 189

СИНТЕЗ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА 190

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ГРАФЕНА НА МЕДИ И ПЕРЕНОСА ГРАФЕНА НА ПОЛИМЕР 190

ТОНКИЕ ПЛЕНКИ ИЗ СУСПЕНЗИИ ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА: СОЗДАНИЕ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ 190

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА МЕТОДОМ ДИССОЦИАТИВНОГО ИСПАРЕНИЯ (СУБЛИМАЦИИ) ПОВЕРХНОСТИ SIC И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРУКТУР ГРАФЕН/ SIC 191

СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА 191

ХРОМОВЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ КОМБИНАЦИЕЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 191

СИНТЕЗ, ЛЕГИРОВАНИЕ И ИНТЕРКАЛЯЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ГРАФЕНА НА ПОВЕРХНОСТИ Ni(111) 192

СИНТЕЗ ОКСИДА МЕДИ (I) НА ПРОВОДЯЩИХ ПОДЛОЖКАХ И ЕГО МОДИФИКАЦИЯ ДЛЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ВОДЫ 192

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВИНИЛСОДЕРЖАЩИХ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ 192

АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЩЕЛОЧНОЙ АКТИВАЦИИ КАРБОНИЗАТА (НА ПРИМЕРЕ ДЕКСТРИНА И ОКСИДА ГРАФЕНА) 192

ИНТЕРКАЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И МАГНИТНЫХ МЕТАЛЛОВ: СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА 193

ИНДУЦИРОВАННЫЙ ЕВРОПИЕМ МАГНЕТИЗМ В МАТЕРИАЛАХ И СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА 193

СИНТЕЗ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР И ДИОКСИДА КРЕМНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОМЕДИЦИНСКИХ СВОЙСТВ 193

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НАНОУГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР И ПОЛИАНИЛИНА ДЛЯ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД 194

ГИБКИЕ МАТЕРИАЛЫ И СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА ДЛЯ МЕМРИСТОРОВ 194

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР В ПЛАЗМЕННЫХ СТРУЯХ ПЛАЗМОТРОНА ПОСТОЯННОГО ТОКА 194

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ОКИСЛЕННЫХ ПРИРОДНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФИТОВ 195

МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА 195

ФОРМИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА САМООРГАНИЗОВАННЫХ СТРУКТУР И НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СЛОИСТЫХ ПРЕКУРСОРОВ: СУРЬМЫ, ГРАФИТА 195

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ НЕТКАНОГО ОКИСЛЕННОГО ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА 195

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕРНЫХ ГРУПП В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ 196

РАЗРАБОТКА ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ НАНОСТРУКТУР 196

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ТЕРМОРАСШИРЯЮЩИХСЯ СОЕДИНЕНИЙ ГРАФИТА В ОТРАБОТАННОМ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕМ НИТРАТНОМ РАСТВОРЕ 196

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВЫХ БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ 197

СИНТЕЗ И МОДИФИКАЦИЯ НАНОВОЛОКНИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГРАФИТОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 197

БЕСПЛАТИНОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПЛАЗМОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ РАСЩЕПЛЕННОГО ГРАФИТА 197

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ 198

НАНОТЕХНОЛОГИИ. ЧАСТЬ 13. ГРАФЕН И ДВУХМЕРНЫЕ (2D) МАТЕРИАЛЫ НА ЕГО ОСНОВЕ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 198

ПАТЕНТЫ 198

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА 198

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ 198

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩЕЙ СУСПЕНЗИИ 198

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА 199

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНА, РАСТВОРИМОГО В НЕПОЛЯРНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ 199

СПОСОБ СБОРКИ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ГРАФЕНА 199

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ ПЛЕНОК 200

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩЕГО УГЛЕРОДНОГО НАНОМАТЕРИАЛА 200

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ КАСКАДНОЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ ГРАФИТА 200

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕНТАЛЬНОГО ИМПЛАНТАТА 201

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗОТРОПНОГО ТИТАНОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА 201

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ И СТРУКТУР РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ИЗ ЧЕШУЕК ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА (МУЛЬТИГРАФЕНА) 201

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ ГРАФИТА 201

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ КАРБИД ТИТАНА, МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА 202

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ БЕСКИСЛОРОДНОГО ГРАФЕНА И ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ ИЛИ ЦЕРИЯ 202

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ПЕЧАТНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ 202

ПРОИЗВОДСТВО И ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЧЕРЕЗ ГАЗОЖИДКОСТНЫЙ МАССООБМЕН И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 203

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ БЕСКИСЛОРОДНОГО ГРАФЕНА И ZRO2 203

ПОЛИМЕРНО-НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИИ В ВИДЕ НАНОЧАСТИЦ, СПОСОБ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ ПРИСАДОК ДЛЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ 203

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА АЛЮМИНИЙ-ГРАФЕН С УЛУЧШЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТЬЮ 203

МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА 204

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГИБКИХ И ПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ СТРУКТУР В ПОЛИМЕРЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ И МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ 204

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА 204

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСКРЕТНО-АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА 204

ГРАФЕН, терморасширенный ГРАФИТ – применение

НИОКТР 205

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЭМИССИОННЫХ КАТОДОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК 205

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ НАНОПРИБОРОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ 205

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ ПО СОЗДАНИЮ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ С ЭЛЕКТРОННЫМ КОНВЕРТОРОМ И СИСТЕМОЙ ВЫДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ УСТРОЙСТВУ ПОТРЕБИТЕЛЯ 206

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ АТОМАРНОГО ВОДОРОДА С УГЛЕРОДНЫМИ НАНО- И МИКРОСТРУКТУРАМИ, В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМАМИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ 206

ХИМИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ОСУШЕНИЯ ГАЗОВ 207

ЦЕНТР ПРЕВОСХОДСТВА «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА» 2019 207

ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ИНТЕРКАЛЯЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВАНДЕРВААЛЬСОВЫ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ 207

НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ БИОСЕНСОРОВ И БИОТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ 208

ЦЕНТР ПРЕВОСХОДСТВА «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА» 2020 208

РАЗРАБОТКА АРМИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТИ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 208

ДЕКОРИРОВАННЫЕ АТОМАМИ МЕТАЛЛОВ ДЕФЕКТНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ЗЕЛЕНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 209

РАЗРАБОТКА НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ СОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ 209

РАЗРАБОТКА БИОСЕНСОРА НА ПЛЕНКАХ ГРАФЕНА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ВИРУСОВ (В ТОМ ЧИСЛЕ КОРОНАВИРУСА, COVID-19) В РЕЖИМЕ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА 209

НОВЫЕ ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАСС УСТРОЙСТВ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ 210

ПОКОЛЕНИЕ 4+: ПОИСК И РАЗРАБОТКА КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ СО СРЕДНИМ РАБОЧИМ НАПРЯЖЕНИЕМ БОЛЕЕ 4 В 210

ТРЕХМЕРНЫЕ СЕТКИ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА И ПОЛИГЕТЕРОАРИЛЕНОВ ДЛЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ 210

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ С УЧАСТИЕМ ГРАФЕНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ЗАПАСАНИЯ ЭНЕРГИИ 211

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ БИОСЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР И ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 211

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОТИПОВ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПАНЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ 211

СЕНСОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО НОСА 212

ПЛАЗМОННЫЕ ИСТОЧНИКИ И ДЕТЕКТОРЫ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 212

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ И ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В НАНОХИМИИ, ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ И ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ 212

ЛЕГИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ И ЛЕГИРОВАННЫЙ ГРАФЕН ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИКИ 212

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО РЕГЕНЕРИРУЕМОГО СЕНСОРА НА ОСНОВЕ АПТАМЕР-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МАРКЕРОВ ВИРУСОВ 213

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ БИОСЕНСОРНЫЕ ЧИПЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ДРУГИХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОМПАКТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ 213

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ ДЛЯ ПРЕДКОНЦЕНТРИРОВАНИЯ И НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ОПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ОБЛАСТИ БИОМЕДИЦИНЫ И ЭКОЛОГИИ 213

НАСЫЩАЮЩИЕСЯ ПОГЛОТИТЕЛИ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛАЗЕРОВ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ 213

УПРАВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫМИ ПЛАЗМОН - ПОЛЯРИТОНАМИ В НАНОСТРУКТУРАХ ПРИ ВНЕШНИХ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЯХ 214

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОЧЕРНИЛ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ МЕТОДОМ СТРУЙНОЙ 2D ПЕЧАТИ 214

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С РЕКОРДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР: РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ 214

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА ОСНОВЕ АКУСТОСТИМУЛИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ГРАФЕНЕ 215

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ МАКЕТА СЕНСОРА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ, ИЗГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛЕНОК ГРАФЕНА НА ПОДЛОЖКАХ КАРБИДА КРЕМНИЯ 215

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ 215

КАТОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЛИТИЙ-СЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ 216

ЭЛЕКТРОПРОПРОВОДЯЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ И 2D-НАНОРАЗМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ТАНДЕМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ 216

ЦЕНТР ПРЕВОСХОДСТВА «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА» 2019 216

ЛЕГИРОВАННЫЙ ГРАФЕН ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ: ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ НА ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ В РЕДОКС-РЕАКЦИЯХ КИСЛОРОДА 216

МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ, ПРЕТЕРПЕВАЮЩИХ ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ 217

РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВ И СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ФОТОДЕТЕКТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ 217

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД, В ТОМ ЧИСЛЕ, ВОД МИРОВОГО ОКЕАНА 218

ГИБРИДНЫЕ СОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО УДАЛЕНИЯ ВЫСОКОТОКСИЧНЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ (ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ, РАДИОНУКЛИДОВ) В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОДНЫХ СРЕД 218

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ 218

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ 218

РАЗРАБОТКА РЕГЕНЕРИРУЕМОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО СЕНСОРА НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БЕЛКОВЫХ МАРКЕРОВ СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ФРАКЦИЯХ КРОВИ 219

ЭЛЕКТРОДЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЛИТИЙ- И НАТРИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ: ГИБРИДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА И ОКСИДОВ И СУЛЬФИДОВ P- И D- ЭЛЕМЕНТОВ 219

ОПТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В НАНОПЛАЗМОНИКЕ 219

ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УРЕТАНОВЫХ КАУЧУКОВ С ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТЬЮ ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 220

КОМПОЗИТЫ МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КООРДИНАЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОРБЦИИ ГАЗОВ, ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ И СЕЛЕКТИВНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ 220

ПОЛУЧЕНИЕ ФИЛАМЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ ГРАФЕНА И (СО)ПОЛИМЕРОВ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК 220

АКТИВНАЯ ПЛАЗМОНИКА ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР 220

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТАПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ГРАФЕНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОСТРУКТУР 221

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА СЕНСОРА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ И МАКЕТА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА 221

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ БИОСЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНОК МОДИФИЦИРОВАННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА 222

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОТРУБ, ПОЛУЧЕННЫХ КОНТРОЛИРУЕМЫМ ВЫРЕЗАНИЕМ ИЗ БИСЛОЙНОГО ГРАФЕНА 222

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ФОТОНИКЕ И МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ 222

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СХЕМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР 222

МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР КАК СРЕДЫ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ 223

КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 223

ГРАФЕН-СОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СПИНТРОНИКИ И КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ 223

ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЕ НАНОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 223

ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК И ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 223

НОВЫЕ ИОНПРОВОДЯЩИЕ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ И ПРИМЕНЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ 224

ПЛАЗМОННЫЕ ВОЛНОВЕДУЩИЕ И РЕЗОНАТОРНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЛАНАРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 224

НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ 224

ПРОЕКТ РНФ № 19-15-00244 «ИЗУЧЕНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ ОКСИДА ГРАФЕНА С КЛЕТКАМИ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В БИОМЕДИЦИНЕ» 225

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ НАНОКОМПОЗИТЫ, ЛЕГИРОВАННЫЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ 225

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ CVD-ГРАФЕНА В ЭЛЕКТРОННЫХ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОТРУДНИК НА ПОСТОЯННОЙ ОСНОВЕ. 225

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КРАСИТЕЛИ И ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ 226

ПЛАЗМОННЫЕ БИОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 226

ГЕНЕРАЦИЯ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ С ГИГАГЕРЦОВОЙ ЧАСТОТОЙ СЛЕДОВАНИЯ В ВОЛНОВОДНЫХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРАХ 226

РАЗРАБОТКА, ИЗГОТОВЛЕНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ДОРАБОТКА МАКЕТОВ СИСТЕМЫ ПУСКА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ 227

ПАССИВНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ МОД СО СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТОЙ ПОВТОРЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ В ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ВОЛНОВОДНЫХ ЛАЗЕРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 227

МУЛЬТИСЕНСОРНАЯ ЛИНЕЙКА НА ОСНОВЕ ОДНОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ПАРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ 227

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ МЕТАПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ 2D МАТЕРИАЛОВ И МАТЕРИАЛОВ С ФАЗОВЫМИ ПЕРЕХОДАМИ 227

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ДНК-СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРИЗОВАННЫХ ТИАЗИНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ 228

МАКСЕНЫ И ДВУМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ 228

НАНОСТРУКТУРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 228

УМНЫЕ МЕМБРАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АДАПТИРУЕМЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ В ГАЗОВЫХ И ЖИДКИХ СРЕДАХ 228

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ 229

ТУЛИЕВЫЕ ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ 229

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ, ПОСТРОЕННЫХ ИЗ ФТОРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ И БОР-НИТРИДНЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ И НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРЕПАРАТОВ 230

ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАДИЕНТНЫХ ЯЧЕИСТЫХ СТРУКТУР 230

ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕНСОРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ВИДИМОГО ДО РАДИОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 230

РАЗРАБОТКА, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОГО МУЛЬТИСЕНСОРНОГО ЧИПА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ АММИАКА, АЦЕТОНА И ПАРОВ СПИРТОВ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ ГРАФЕНОВ 231

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ ИЗОБУТИЛЕНА И СТИРОЛА, ИНКОРПОРИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОМАТЕРИАЛАМИ, В СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ 231

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХЕМОРЕЗИСТИВНЫХ ТЕСТ-СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ АНТИТЕЛАМИ ДЛЯ БЫСТРОГО ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА ВИРУСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ 231

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР, ДЕКОРИРОВАННЫХ ЛИТИЙ-АККУМУЛИРУЮЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ 232

ТРАНЗИСТОРЫ С ВЫСОКОЙ КРУТИЗНОЙ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 232

НОВЫЕ 0D/2D ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ ДЛЯ ФОТОНИКИ, СЕНСОРИКИ И КАТАЛИЗА 232

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ В ОБЛАСТИ НУКЛЕАЦИИ 3D НАНОМАТЕРИАЛОВ В ГАЗОРАЗРЯДНЫХ И ЭРОЗИОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ СТРУЯХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ 233

РАЗРАБОТКА МЕТАМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ОТ ШУМОВ, ВИБРАЦИЙ, УДАРОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ: ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 233

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ НАСЫЩАЮЩИХСЯ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ (УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ГРАФЕНА, 2D МАТЕРИАЛОВ, КВАНТОВЫХ ТОЧЕК) ДЛЯ ЛАЗЕРОВ СО СВЕРХКОРОТКИМИ ИМПУЛЬСАМИ 234

ДВУМЕРНЫЕ (2D) НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ 234

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОКОМПОЗИТОВ ДЛЯ МИКРОСЕНСОРИКИ, ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА И МЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ 234

НАНОПОРИСТЫЕ СЛОИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГРАФЕНА ДЛЯ ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МОЛЕКУЛ ЦЕЛЕВОГО ГАЗА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ 235

ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ ТГЦ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА: ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ 235

НОВЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТОВ В СТРУКТУРАХ ПЕРОВСКИТНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ 235

РАЗРАБОТКА БЕЗМЕТАЛЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ АЗОТ-ЛЕГИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ АНИОННЫМИ ГРУППАМИ 235

СОЗДАНИЕ МИНИАТЮРНЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ДВУМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ГАЗОВ 236

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ 236

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОРОШКОВ НАНОКОМПОЗИТОВ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ ВИСМУТА-СУРЬМЫ И ГРАФЕНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ 237

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АРКТИКИ: САМООЧИЩАЮЩИЕСЯ АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ 237

ГИБРИДНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПАРЫ ТВЕРДАЯ ПЛЕНКА / АНТИФРИКЦИОННАЯ ПЛЕНКА, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ 237

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ 238

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОНАПРЯЖЕННЫХ ПО ТЕПЛОВЫМ ПОТОКАМ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ДЛЯ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ 238

РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ POINT-OF-CARE ДИАГНОСТИКИ И ОКАЗАНИЯ ЭКСТРЕННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ 239

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОРТАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА С ПОВЫШЕННЫМИ УДЕЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ 239

ЭЛЕКТРОДЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЛИТИЙ- И НАТРИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ: ГИБРИДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА И ОКСИДОВ И СУЛЬФИДОВ P- И D- ЭЛЕМЕНТОВ 240

ФОРМИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА С ВАРЬИРУЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ И ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ 240

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ ПОКРЫТИЙ МАТЕРИАЛОВ ПЕРВОЙ СТЕНКИ ТЯР....240

КОМПОЗИТЫ С 2D-ГРАФЕНОВЫМИ СТРУКТУРАМИ ДЛЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И КАТАЛИЗА ПРОЦЕССОВ С УЧАСТИЕМ ВОДОРОДА....241

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СЕНСОРНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ 241

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ БЕЗАСБЕСТОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ЛИСТОВОГО ПРОКЛАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГРАФИТА (ЛПМ-Г) 241

РАЗРАБОТКА БИОСОВМЕСТИМЫХ ПРОВОДЯЩИХ ГИДРОГЕЛЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИОСЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ....242

ИЗУЧЕНИЕ БИОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТА «ПЕДОТ/ТЕРМОРАСШИРЕННЫЙ ГРАФИТ/БИОКАТАЛИЗАТОР» ДЛЯ МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ....242

ОЧИСТКА ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ЭКОТОКСИКАНТОВ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА....242

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ГЕНЕРАЦИИ И АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ, В Т. Ч. НЕОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ....243

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИХ ПЕРЕНОСА В ВЫСОКОДИСПЕРСНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ФАЗЫ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫМИ МАТРИЦАМИ....243

АКУСТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ 243

РАЗРАБОТКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ 243

АП-19/342 «ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ, РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЗ НА РАЗРАБОТКУ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕМЕНТОВ ПАССИВНОГО ТЕПЛООТВОДА ВЫСОКОТЕПЛОНАГРУЖЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОНИКИ, СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ» 244

ПРОЕКТ РФФИ №20-48-596012 Р_НОЦ_ПЕРМСКИЙ КРАЙ «РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ИСПЫТАНИЙ, ИНЖИНИРИНГ И АТТЕСТАЦИЯ НОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ФТОРОПЛАСТА И ГРАФИТА» 244

РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ ТЕХНОЛОГИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАГРЕВАЮЩЕЙСЯ РАСТЯГИВАЕМОЙ ПАСТЫ, РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕКСТИЛЕ, РАЗРАБОТКА ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ НАГРЕВАЮЩЕЙСЯ РАСТЯГИВАЕМОЙ ПАСТЫ И НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕКСТИЛЕ....244

ДИССЕРТАЦИИ....245

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ СДВИГОВОЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ ГРАФИТА ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ....245

НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И ГЕКСАГОНАЛЬНОГО НИТРИДА БОРА: ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ МЕТОДАМИ РЕНТГЕНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И СКАНИРУЮЩЕЙ ТУННЕЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ....245

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ МОНОАМИНОКСИДАЗНЫЕ БИОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОДОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИДЕПРЕССАНТОВ....245

ДЕТОНАЦИОННЫЙ НАНОАЛМАЗ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ НОСИТЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ 246

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ, ОСНАЩЕННЫХ РЕЖУЩИМИ ПЛАСТИНАМИ ИЗ КЕРАМИКИ, ПРИ ЧИСТОВОМ ТОЧЕНИИ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФЕНА И ТЕХНОЛОГИИ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ 246

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ БИОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ДВУХМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОПТОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ....246

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ ВЕСОВЫХ ДОЗАТОРОВ ПОРОШКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ 246

ФОРМИРОВАНИЕ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИХ И ХЕМОРЕЗИСТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ 247

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК С ГРАФИТОМ ИЛИ ЕГО МОДИФИКАЦИЯМИ 247

РАЗРАБОТКА РЕЗИН И ПРОРЕЗИНЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ХЛОРСУЛЬФИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА, СТОЙКИХ К АГРЕССИВНЫМ СРЕДАМ И ОТКРЫТОМУ ПЛАМЕНИ....247

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ ХРОМИСТОЙ СТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНЕВАКУУМНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКИ СМЕСЕЙ ПОРОШКОВЫХ КАРБИДООБРАЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ 248

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ AL-AL_2O_3 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАКЦИОННОГО СПЕКАНИЯ НА ВОЗДУХЕ ПОРОШКОВЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАГОТОВОК....248

СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА И СОЕДИНЕНИЙ ГРАФИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД 248

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХРОМА ИЗ РАСТВОРОВ CR(III), СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ И ДИСПЕРСНУЮ ФАЗУ....249

ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПРОКЛАДКАМИ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА В ХИМИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ, РАБОТАЮЩЕМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ГАЗОВЫХ СРЕД....249

ИЗНОСОСТОЙКИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ДВУХ- И ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА С ТВЕРДОСМАЗОЧНЫМИ МИКРОЧАСТИЦАМИ И МИКРО- И НАНОНАПОЛНИТЕЛЯМИ....249

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СОЗДАВАЕМЫХ ВЗРЫВНОЙ ОБРАБОТКОЙ ТЕРМОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАРИЛАТА И ПОЛИИМИДА....249

ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С САЛЬНИКОВЫМИ УПЛОТНЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ДЛЯ ГАЗОВЫХ СРЕД....249

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ДО 500°С..250

КОНФОРМАЦИОННЫЕ И КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ДНК И БЕЛКОВ НА ПОДЛОЖКЕ....250

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИКНОВЕНИЯ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА ЧЕРЕЗ НИЗКОАКТИВИРУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ....250

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ АВТОЭМИССИОННЫХ КАТОДОВ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОК МУЛЬТИГРАФЕНА НА КАРБИДЕ КРЕМНИЯ....250

«КАТАЛИЗАТОРЫ СИНТЕЗА ФИШЕРА–ТРОПША, СОДЕРЖАЩИЕ КОБАЛЬТ, ЦЕОЛИТ И ТЕПЛОПРОВОДЯЩУЮ ДОБАВКУ» 251

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 251

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ ЛОПАСТНЫХ РОТОРНЫХ ДИСПЕРГАТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАФЕНОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ....251

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ УГЛЕРОДНЫХ ФОЛЬГ....252

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ НАНОПЛАСТИН СДВИГОВОЙ ЭКСФОЛИАЦИЕЙ СЛОИСТЫХ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БЕТОНА 252

ГОСТ....252

ФЛАНЦЫ СОСУДОВ И АППАРАТОВ. ПРОКЛАДКИ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА НА МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ЗУБЧАТОМ ОСНОВАНИИ. КОНСТРУКЦИЯ И РАЗМЕРЫ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ 252

ФЛАНЦЫ СОСУДОВ И АППАРАТОВ. ПРОКЛАДКИ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА НА ВОЛНОВОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ОСНОВАНИИ. КОНСТРУКЦИЯ И РАЗМЕРЫ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ 252

ПРОКЛАДКИ СПИРАЛЬНО-НАВИТЫЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ. ТИПЫ. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ....253

АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ....253

ТУ (ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ) 253

ТКАНЬ ГРАФИТИРОВАННАЯ МАРКИ ТГН-2М. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ 253

МАТЕРИАЛЫ ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЕ МАРОК АФГМ, АФГ-80ВС, 7В-2А 253

ПРОКЛАДКИ УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ ИХ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА (ПУТГ). ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ. 253

ЛЕНТА ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНАЯ С ГРАФИТОВЫМ ПОКРЫТИЕМ .253

ЭЛЕМЕНТЫ ГРАФИТОВЫЕ ПОД КВАРЦЕВЫЕ ТИГЛИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....254

ЗАГОТОВКИ ИЗ ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВОГО МАТЕРИАЛА МАРКИ 7В-2А ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....254

ОСТ 254

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕРМОРАСЩЕПЛЕННОГО ГРАФИТОВОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ 254

РД (РУКОВОДЯЩИЕ ДОКУМЕНТЫ) 254

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УПЛОТНЕНИЙ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА В АРМАТУРЕ ТЭС.....254

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ДЛЯ УПЛОТНЕНИЙ ВАЛОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ.....254

ПАТЕНТЫ.....254

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ.....254

СПОСОБ СБОРКИ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ГРАФЕНА.....255

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЯЧЕЙКА ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА И АККУМУЛЯТОР НА ЕЕ ОСНОВЕ 255

СПОСОБ ОБРАБОТКИ НЕОДНОРОДНЫХ ГИДРОСРЕД (ЖИДКОСТЕЙ).....255

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ 256

ЗАДВИЖКА КЛИНОВАЯ.....256

СПОСОБ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА 256

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭМИТИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АВТОЭМИССИОННЫХ КАТОДОВ.....256

2D НАПЕЧАТАННЫЙ КОМПОЗИТНЫЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЙ СЛОЙ НА ПОДЛОЖКЕ 257

МОНТАЖНЫЙ ПРОВОД ОБЛЕГЧЕННЫЙ 257

БОРТОВОЙ ПРОВОД ОБЛЕГЧЕННЫЙ 257

МЕТОД ЭКСТРУЗИИ ФИБРОЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНО- И МИКРОДОБАВОК 257

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДРАГОЦЕННОГО КАМНЯ ЮВЕЛИРНОГО ИЗДЕЛИЯ 258

СПОСОБ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ КАНАЛА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ.....258

ТУННЕЛЬНЫЙ ГЕЛИЙ-ГРАФЕНОВЫЙ ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКИЙ ПРИЕМНИК ИНФРАКРАСНОГО И ТГЦ ИЗЛУЧЕНИЯ 258

МУЛЬТИ-ГРАФЕНОВЫЙ ГАЗОВЫЙ СЕНСОР НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ГРАФЕНА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ 258

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОСОБО МЕЛКОЗЕРНИСТОГО СПЛАВА 259

СПОСОБ АНОДНОГО МАГНИТОАБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ НЕМАГНИТНЫХ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ.....259

ЭЛЕКТРОХРОМНОЕ УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО WO3/RGO КАТОДА И ПРОЗРАЧНОГО ПРОТИВОЭЛЕКТРОДА ITO НА ГИБКОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ПОДЛОЖКЕ 259

ЭЛЕКТРОХРОМНОЕ УСТРОЙСТВО НА ОСНОВЕ ТРИОКСИДА ВОЛЬФРАМА И ОКСИДА ГРАФЕНА 259

ГРАНУЛИРОВАННАЯ МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА 259

ГАЗОВЫЙ ДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ АМИНИРОВАННОГО ГРАФЕНА И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....260

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩЕЙ НАНОРАЗМЕРНОЙ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНОЙ КЕРАМИКИ MGAL2O4 260

ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МУЛЬТИСЕНСОРНЫЙ ЧИП НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....260

РУКАВ С НАНОМАТЕРИАЛАМИ (ВАРИАНТЫ) 260

ЭЛЕКТРОПРОВОДНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНАЯ ПАСТА И СПОСОБ ЕЁ ПРИГОТОВЛЕНИЯ 261

АЛМАЗОПОДОБНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАФЕНА 261

ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНОВЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЦЕМЕНТИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ, ЦЕМЕНТИРУЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ, СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АРМИРОВАННОГО БЕТОНА, АРМИРОВАННЫЙ БЕТОН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ.....261

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СБОРА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....261

КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДА ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА И СПОСОБ ЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ (ВАРИАНТЫ) 262

МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА.....262

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩАЯ ТЕРМОРАСШИРЯЮЩАЯСЯ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ.....262

СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ ЛЕГКИХ ГАЗОВ 262

ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ЭКРАНОВ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ С ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТЬЮ 262

МНОГОСЛОЙНЫЙ ТЕРМОШУМОИЗОЛЯЦИОННЫЙ ЭКРАН ДВИГАТЕЛЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ 263

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ ГЛЮКОЗЫ В ЖИДКОСТЯХ 263

ПАСТА, ПОГЛОЩАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СВЧ-ДИАПАЗОНА, И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....263

КАМЕРА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ (ЖРД) С НЕОХЛАЖДАЕМЫМ НАСАДКОМ 263

МНОГОСЛОЙНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ ТРУБА ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЯ 264

ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИЙ СОСТАВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ НИТРАТОВ НИКЕЛЯ И ХРОМА.....264

ГИБКИЙ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ.....264

ПРОТИВОПРИГАРНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ 264

РЭА
МИНЭНЕРГО РОССИИ

Все материалы, представленные в настоящем документе, носят исключительно информационный характер, не претендуют на полноту охвата и не могут рассматриваться как рекомендации к совершению тех или иных действий, в том числе в рамках реализации государственной политики. Любое использование и распространение данной публикации полностью или частично допускается только при оформлении надлежащей ссылки на источник информации. Использование информации в нарушение указанных требований или в незаконных целях запрещено.

РЭА Минэнерго России имеет более чем полувековую историю и за это время стало важным элементом системы информационно-аналитического сопровождения реализации государственной энергетической политики и выстраивания диалога между государством и компаниями ТЭК.

В числе ключевых направлений деятельности РЭА Минэнерго России: исследование, анализ, моделирование и разработка сценариев развития отраслей ТЭК, поставок и использования энергии в современном обществе, содействие обеспечению энергетической безопасности страны, развитию новых и возобновляемых источников энергии, научно-технологическому развитию.

РЭА Минэнерго России обладает уникальным опытом ведения баз данных и создания информационных систем, в основе которых лежит официальная энергетическая статистика.

129085, г. Москва, проспект Мира д. 105, стр. 1
(станции метро ВДНХ, Алексеевская)

+7 (495) 789-92-92
info@rosenergo.gov.ru
https://rosenergo.gov.ru
https://t.me/rea_minenergo
https://vk.com/rea.minenergo
https://ok.ru/group/61614265991251