

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии  
наук**

**(ИОНХ РАН)**

**Отчет по основной референтной группе 7 Неорганическая химия, химия твердого  
тела, материаловедение**

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Инфраструктура научной организации**

#### **1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности науч- ных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструк- торские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр**

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

#### **2. Информация о структурных подразделениях научной организации**

Название лаборатории: Лаборатория высокочистых веществ.

Научная специализация: Физико-химические основы получения высокочистых неорганических веществ и материалов для микро- и нанoeлектроники и оптики.

Название лаборатории: Лаборатория полупроводниковых и диэлектрических материалов, создана в 2013 году в результате объединения лаборатории термодинамических основ неорганического материаловедения и лаборатории дисперсных материалов.

Научная специализация: Специализация: физико-химические основы получения новых материалов спинтроники и оптоэлектроники на основе полупроводников A3B5-A2B6-A2B4C5; синтез и исследование мелкокристаллических простых и сложных чистых и легированных оксидов в широком диапазоне размеров кристаллов (0,02- 300 мкм) с заданными свойствами; создание многофазных оксидных композитов для процесса окислительной конденсации метана.

Название лаборатории: Лаборатория квантовой химии.



057200

Научная специализация: Квантово-химические и квантово-механические исследования характеристических свойств функциональных материалов.

Название лаборатории: Лаборатория химии координационных полиядерных соединений (ранее лаборатория химии координационных соединений платиновых металлов).

Научная специализация: синтез гомо- и гетерометаллических координационных полиядерных соединений. Исследование их строения, реакционной способности и физико-химических свойств.

Название лаборатории: Лаборатория координационной химии переходных элементов.

Научная специализация: синтез и исследование строения в кристаллическом состоянии и в растворах и изучение физикохимических свойств новых классов координационных соединений, в том числе металлоорганических кластеров, переходных элементов IV-VI групп: Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, W и U – прекурсоров в получении наноразмерных композиционных материалов, катализаторов и высокочувствительных ионселективных сенсоров.

Название лаборатории: Лаборатория химии обменных кластеров.

Научная специализация: Направленный синтез гетерометаллических кластеров заданного состава и строения, изучение их химии, магнитных и оптических свойств, получение наноразмерных смешанно-металлических материалов при их пиролизе, используемых в качестве катализаторов в топливных элементах. Получение и исследование смешанно-металлических наночастиц на графене и оксиде графена.

Название лаборатории: Лаборатория пероксидных соединений и материалов на их основе (2015 г.)

Научная специализация: синтез, исследование строения и свойств пероксидных соединений и систем, разработка методов их стабилизации, получение наноматериалов на их основе и разработка методов получения новых функциональных материалов из пероксидсодержащих прекурсоров.

Название лаборатории: Лаборатория кристаллохимии и рентгеноструктурного анализа.

Научная специализация: рентгеноструктурный анализ монокристаллов широкого круга веществ и материалов. Выполнение прецизионных рентгенодифракционных исследований, в том числе в широком температурном диапазоне. Исследования фазовых переходов, в том числе фотохимически индуцируемых. Изучение обратимых фотохимических реакций с сохранением кристалличности, крайне перспективных для создания сенсоров и элементов памяти. Анализ кристаллохимических данных с применением всех существующих кристаллографических баз данных.

Название лаборатории: Лаборатория ионики функциональных материалов.

Научная специализация: Разработка методов синтеза, изучение строения и свойств фосфатов сложнокатионного состава. Синтез, изучение строения и свойств соединений РЗЭ со смешанным анионным составом. Изучение ионной подвижности в оксидных и фосфатных материалах. Синтез и исследование свойств гибридных ионообменных мембранных материалов.



Название лаборатории: Лаборатория химии и технологии экстракции.

Научная специализация: Теоретические основы химической технологии и разработка эффективных химико-технологических процессов.

Название лаборатории: Лаборатория ультразвуковой техники и технологий.

Научная специализация: Ультразвуковая техника и технологии.

Название лаборатории: Лаборатория химического анализа.

Научная специализация: Создание и развитие новых методов рентгеноспектрального, атомно-эмиссионного и масс-спектрального химического анализа.

Название лаборатории: Лаборатория проблем аналитической химии.

Научная специализация: Развитие научно-методических основ и разработка практических подходов к созданию высокоэффективных методов и средств ускоренного химико-токсикологического и клинико-фармацевтического анализа.

Название лаборатории: Лаборатория синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья. Год создания: 1994, переименование – 2015.

Научная специализация: Изучение механизмов формирования высоко- и нанодисперсных функциональных оксидных материалов при синтезе методами «мягкой химии». Направленный синтез и исследование физико-химических свойств материалов на основе оксидов переходных и редкоземельных элементов. Анализ природных и технологических процессов образования и трансформации магматических горных пород методами компьютерного физико-химического моделирования с последующей экспериментальной проверкой результатов, а также создание комплексных схем переработки габбро-базальтового сырья. Разработка новых катализаторов органического синтеза и новых противогололедных реагентов из природного минерального сырья, изучение явления стеклообразования в водно-электролитных системах.

Название лаборатории: Лаборатория структуры водных растворов.

Научная специализация: Исследование структуры, динамики и свойств воды и растворов электролитов и неэлектролитов, создание сред с заданными свойствами для получения жидкофазных и твердофазных материалов и роста кристаллов.

Название лаборатории: Лаборатория металлокомплексного катализа.

Научная специализация: синтез и исследовани каталитически активных комплексов переходных металлов и реакций органических соединений, протекающих с их участием.

Название лаборатории: Лаборатория физических методов исследования строения и термодинамики неорганических соединений.

Научная специализация: Физико-химические характеристики неорганических и металл-органических соединений и квазибинарных систем на их основе.

Название лаборатории: Лаборатория координационной химии щелочных и редких металлов.

Научная специализация: координационная химия металлов с макроциклическими лигандами.



Название лаборатории: Лаборатория магнитных материалов.

Научная специализация: Синтез и исследование магнитного поведения новых неорганических и координационных соединений как основы магнитных материалов и/или их прекурсоров (предшественников).

Название лаборатории: Лаборатория теоретических основ химической технологии.

Научная специализация: разделение смесей методами ректификации, в том числе каталитической дистилляции, экстрактивной и азеотропной ректификации; жидкостная экстракция; кристаллизация, в том числе кристаллизации из расплавов, преципитации; очистка водных растворов методами осаждения, адсорбции, кристаллизации; очистка воды от нефтяных эмульсий и нефтепродуктов, в том числе с использованием ультразвука; интенсификация процессов разделения на основе гибридных, в том числе совмещенных процессов.

Название лаборатории: Лаборатория термического анализа и калориметрии.

Научная специализация: Синтез и термическое и термодинамическое исследование неорганических соединений

Название лаборатории: Лаборатория химии легких элементов и кластеров.

Научная специализация: разработка научных основ и процессов получения высокодисперсных керамических материалов, керамокомпозитов и покрытий на их основе для авиакосмической техники и медицины. Синтез и исследования пространственноароматических кластерных структур бора, неорганических гидридов и гидридных фаз переходных металлов и создание на их основе материалов для водородной энергетики, транспорта и медицины. Синтез новых координационных соединений платиновых и других переходных металлов и разработка на их основе перспективных материалов для медицины и катализа.

Название лаборатории: Центр коллективного пользования физическими методами исследования веществ и материалов.

### **3. Научно-исследовательская инфраструктура**

Центр коллективного пользования физическими методами исследования веществ и материалов ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН (ЦКП ФМИ ИОНХ РАН) создан в 2000 году (приказ № 77 от 18.05.2000 г.). ЦКП ФМИ ИОНХ РАН внесен в Федеральный портал ЦКП (скр-rf.ru) и присвоен статус ЦКП первой категории ФАНО России.

Цель создания ЦКП ФМИ ИОНХ РАН – эффективное использование интеллектуального потенциала и научно-экспериментального оборудования, проведение научно-исследовательских работ как фундаментального, так и прикладного характера в области материаловедения и химии неорганических веществ и материалов, содействие в подготовке высококвалифицированных специалистов, научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, развития исследований по важнейшим направлениям науки и техники, обеспечение выполнения экспериментальных работ в режиме коллективного пользования.



Деятельность Центра направлена на аналитические и диагностические исследования обширной номенклатуры веществ и материалов в интересах подразделений института и внешних пользователей для реализации фундаментальных и прикладных исследований.

В перечень оборудования ЦКП ФМИ ИОНХ РАН входит:

- ИК-Фурье спектрометр PerkinElmer Spectrum 65 (США, 2011 г.);
- ИК-Фурье спектрометр Nexus Nicolet (США, 2000 г.);
- Радиоспектрометр ЯМР Bruker AVANCE – 300 (Германия, 2007 г.);
- Радиоспектрометр ЭПР Bruker ELEXSYS E680X (Германия, 2009 г.);
- Радиоспектрометр ЭПР АДАНИ CMS 8400 (Беларусь, 2009 г.);
- Спектрометр люминесцентный PerkinElmer LS-55 (США, 2011 г.);
- Анализатор элементный EuroVector EA3000 (Италия, 2008 г.);
- Прибор синхронного термического анализа Jupiter NETZSCH STA 449 F1 (Германия, 2011 г.);
- Адиабатический низкотемпературный калориметр БКТ-3 с приставкой для измерения теплопроводности (Россия);
- Дифрактометр рентгеновский Bruker P-4 (Германия, 2005 г.);
- Дифрактометр рентгеновский Bruker Smart Apex II (Германия, 2007 г.);
- Дифрактометр рентгеновский Bruker D8 Advance (Германия, 2013 г.);
- Двухлучевая система с высоким разрешением для исследования и подготовки образцов Carl Zeiss NVision 40 (Германия, 2009 г.);
- Автоматизированный комплекс измерения физических свойств Quantum Design PPMS-9 (США, 2011 г.).

Основные направления исследований ЦКП ФМИ:

- Спектроскопические исследования;
- Количественный CHNS-анализ;
- Термический анализ;
- Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ;
- Электронно-микроскопические исследования;
- Исследования физических свойств материалов.

Перечень выполняемых типовых работ и оказываемых услуг ЦКП ФМИ:

- регистрация и анализ ИК-спектров веществ и материалов методами нарушенного полного внутреннего отражения, диффузного отражения и пропускания;
- люминесцентный анализ веществ и материалов;
- количественный элементный анализ веществ на содержание углерода, водорода, азота, серы;
- измерение теплоемкости материалов в широком температурном интервале;
- измерение термических характеристик твердых и порошкообразных неорганических веществ и материалов методом ДСК с регистрацией
- изменения их массы в диапазоне температур от 25 до 1500 оС;



- запись и анализ одно- и дву- мерных спектров ЯМР высокого разрешения жидких образцов на изотопах Н-1, Н-2, С-13, Р-31, Рт-195, Si-29, N-14, N-15, О-17, Na-23, Al-23 и т.п. в интервале температур -50- +120 оС;
- измерение спектров электронного парамагнитного резонанса в жидких и твердых образцах;
- рентгеноструктурный анализ монокристаллов;
- определение молекулярных и кристаллических структур неорганических, органических и металлоорганических соединений при различных температурах с последующим построением детального распределения электронной плотности;
- исследование низкотемпературных фазовых переходов;
- детальный анализ кристаллических упаковок с привлечением сведений из кристаллографических баз данных;
- качественный и количественный анализ кристаллических фаз;
- определение размеров кристаллитов;
- определение макро- и микронапряжений, изучение ближнего порядка кристаллов;
- измерения температурных и полевых зависимостей намагниченности, статической и динамической магнитной восприимчивости, теплоемкости транспортных свойств (удельное сопротивление, эффект Холла, критический ток) веществ и материалов в диапазоне магнитных полей до  $\pm 9$  Тл и температур 1,9 – 300 К;
- изучение микроструктуры поверхности и объемных материалов, в том числе нано- и биоматериалов (с увеличением до 900 000 х);
- локальный элементный анализ образцов;
- пробоподготовка для просвечивающей электронной микроскопии.

Важнейшим направлением работы ЦКП ФМИ является оказание диагностических и исследовательских услуг. В первую очередь, это выполнение нестандартных и особо сложных исследований для научно-исследовательских и технологических подразделений института и других организаций. Ключевым заказчиком ЦКП являются научно- исследовательские организации разных форм собственности, ВУЗы, академические институты, многочисленные большие и малые производственные предприятия. Всего в реестре заказчиков ЦКП ФМИ находятся более ста различных организаций. Центр активно сотрудничает с вузами (МГУ, СПбГУ, РХТУ, МИСиС, ТГУ и др.), институтами ФАНО/РАН (ФИАН, ИОФАН, ИПМ, ГЕОХИ, ИМЕТ, ИСМАН, ИНЭОС, ИОХ, ОИВТ, ИФХЭ, ИНХС, ИК, ИХВ, ИМЕТ и др.), отраслевыми институтами. География пользователей услугами ЦКП ФМИ охватывает не только территорию РФ, но и страны СНГ, Европы, Америки, Азии.

По результатам исследований с использованием научного оборудования ЦКП ФМИ ИОНХ РАН за 2013 - 2015 гг:

- Опубликовано более 300 статей в индексируемых российских и зарубежных журналах.
- Проведены работы по 172 научно-техническим проектам и грантам.



Основные научные результаты, полученные с использованием оборудования ЦКП ФМИ ИОНХ РАН:

1. С использованием двухлучевой системы высокого разрешения для исследования и подготовки образцов Carl Zeiss NVision 40, а также другого аналитического оборудования ЦКП ИОНХ РАН разработан масштабируемый энергосберегающий и универсальный процесс получения материалов на основе слоистых гидроксидов редкоземельных элементов, относящихся к новому классу слоистых анионообменных веществ и перспективных для создания гибридных органо-неорганических композиций с особыми люминесцентными свойствами, в том числе биологически активных препаратов, контейнеров для адресной доставки лекарств, биологических меток, а также слоистых структур и двумерных материалов – неорганических аналогов графена. Процесс основан на гидротермально-микроволновой обработке смешанных растворов солей редкоземельных элементов гексаметилентетрамина или меламина, и позволяет, благодаря высокой скорости и однородности микроволнового нагрева, добиться крайне высокого выхода получаемого материала (~70-80% и более) за существенно меньшее (на 1–2 порядка) время, чем при использовании известных методов, требующих десятков и даже сотен часов. Такое сокращение продолжительности синтеза не приводит к ухудшению функциональных характеристик слоистых материалов. Установлено, что широкие возможности варьирования параметров синтеза (температура, продолжительность, состав реакционной смеси, давление, мощность микроволнового излучения и др.) позволяет целенаправленно изменять микроструктуру и свойства продуктов синтеза.

2. С использованием автоматизированного комплекса проведения физических измерений PPMS-9 фирмы Quantum Design были проведены подробные магнитные исследования новых  $\beta$ -дикетонатных комплексов РЗМ на основе ферроценоилацетона. Было показано, что для комплекса Dy медленная магнитная релаксация проявляется уже при температурах около 32 К, этот комплекс является молекулярным магнетиком (single molecule magnet - SMM) с эффективным энергетическим барьером релаксации, равным 241 К. Это значение является рекордным для SMM на основе  $\beta$ -дикетонатов лантаноидов и связано с донорным влиянием ферроценильных фрагментов на электронную структуру  $Dy^{3+}$

3. С использованием монокристалльного рентгеновского дифрактометра Bruker SMART APEX II при проведении многотемпературных дифракционных экспериментов с облучением образцов впервые доказана последовательная осуществимость двух топохимических реакций [2+2] - фотоциклоприсоединения и принципиально новой обратной реакции без разрушения монокристалла в стироловых красителях под влиянием излучения видимого света и коротковолнового УФ-излучения соответственно. На основе этих данных сформулирована теория кристаллографических условий сохранения монокристаллов в ходе фотохимических процессов и необходимые условия формирования при кристаллизации благоприятных для ФЦП кристаллических упаковок сопряженных органических соединений. Любой монокристалл таких красителей потенциально может быть использован как



готовое устройство для записи и хранения информации исключительно большой емкости и высокой надежности.

**4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

**5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

**6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований**

Информация не предоставлена

**7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона**

ИОНХ РАН проводит значительный объем исследований в области химии, химической технологии и материаловедения в интересах г. Москвы. Эти исследования, в частности, поддержаны следующими проектами и договорами:

1) РФФИ 15-38-70005 мол\_а\_мос «Разработка нового подхода к получению гибридных материалов на основе перфторированного сульфосодержащего полимера методом совместного прессования с допантами для топливных элементов и систем водоочистки».

2) РФФИ 15-38-70045 мол\_а\_мос «Разработка контролируемого способа получения неорганических мезокристаллов»

3) РФФИ 15-38-70042 мол\_а\_мос «Твердые электролиты для литий и натрий ионных аккумуляторов».

4) РФФИ 15-33-70048 мол\_а\_мос «Новые экологически чистые технологии разделения компонентов жидких смесей в многофазных мини-экстракторах, работающих в режиме жидких псевдомембран».

5) РФФИ 15-34-70019 мол\_а\_мос «Разработка системы внутриклеточной доставки наночастиц диоксида церия с использованием полиэлектролитных микрокапсул и исследование их радиозащитных свойств *in vitro* и *in vivo*».

6) РФФИ 15-33-70041 мол\_а\_мос «Пероксидсодержащие композиционные материалы нового поколения для медицины».

7) Договоры с МЕТТЕМ Технологии 2013-2015 гг:





№261-МТ «Разработка методов оценки эффективности удаления химических соединений бытовыми водоочистными устройствами для финишной доочистки питьевой воды» от 01 декабря 2010 г. (2010 - 2013 гг.)

№252-МТ «Разработка высокоэффективных фильтрующих сред для удаления токсичных микрозагрязнителей из воды питьевого назначения» от 02 декабря 2013 г.

№24/14-МТ/199-МТ «Поиск и изучение свойств перспективных материалов для удаления микроколичеств биологически-активных соединений (БАС) из воды питьевого назначения и оценка их эффективности в зависимости от типа удаляемого БАС» от 07 июля 2014 г.

## 8. Стратегическое развитие научной организации

Институт имеет многолетнее сотрудничество, закрепленное действующими договорами о научном сотрудничестве, со многими научными организациями, вузами и предприятиями реального сектора экономики по всем основным научным направлениям, в том числе:

– Научные организации:

Институт элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова РАН, Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Институт общей физики РАН им. А.М. Прохорова, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Институт химической физики им. Н.Н. Семенова, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Институт радиотехники и радиоэлектроники РАН, Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН, Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Институт химии ДВО РАН, Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девятовых РАН, Институт высоких температур РАН, Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Институт химии Коми НЦ УрО РАН, НИЦ «Курчатовский институт», ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов" ГНЦ РФ, Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца, Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского, Институт фармакологии, Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина, Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, Институт хирургии им. А.В. Вишневского, Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии ФМБА, Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины и др.

– Высшие учебные заведения:

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Московский физико-технический институт, Московский технологический университет, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королёва, Национальный исследовательский Томский государственный университет,



Дальневосточный государственный университет, Тамбовский государственный университет им. Г.Р.Державина, Южный федеральный университет, Российский университет дружбы народов, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Кубанский государственный университет, Воронежский государственный университет и др.

– Предприятия: ГК «Норильский никель», МЕТТЕМ Технологии, ОАО "Химпром", ЗАО «РадиФенс», ООО «АкКоЛаб», АО «Завком», ФКП «Горный», ООО НПО «Институт современных проблем безопасности» АО «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума», ООО «Мост-базальт», НПО «Защитные покрытия» и др.

– Иностранные научные центры и вузы: Wagner Reseach Centre for Physics (Будапешт, Венгрия), Institute for Solid State Physics and Optics (Будапешт, Венгрия), Ecole Polytechnique Federale de Lousanne (Лозанна, Швейцария), Universita Degli Studi Di Genova (Генуя, Италия). Universidad de La Laguna, (Испания), Кристаллографический центр химического факультета Durham University (Великобритания), Brock University (Канада), Институт физической химии им. Р. Каишева БАН (Болгария) и др.

## **Интеграция в мировое научное сообщество**

### **9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год**

Лаборатория ионики функциональных материалов входит в состав международной объединенной российско-французской лаборатории «Ионообменные мембраны и процессы» Партнеры: Европейский институт мембран (Монтпелье), Университет Париж-12.

Лаборатория координационной химии щелочных и редких металлов участвует в работе Российско-Французской ассоциированной лаборатории ЛАМРЕМ (лаборатория макроциклических соединений и материалов на их основе), созданной между РАН и CNRS.

Интеграция в мировое научное сообщество осуществляется также через участие значительного числа сотрудников ИОНХ РАН в деятельности авторитетных международных научных сообществ по направлению неорганическая химия и химическая технология (IUPAC, EuCheMS, RSC и др.).

### **10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

### **11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год**

Международные проекты:



1. 15-58-16009\_ИЦНИЛ\_а «Разделение смесей олефинов и парафинов полимерными ионообменными мембранами» (РФФИ – Франция) 2015-2017 гг.

2. 15-58-16009 Россия-Франция (РФФИ-ЦНРС) Разделение смесей олефинов и парафинов полимерными ионообменными мембранами. 2014 г.

3. 15-53-45134\_Инд\_а «Механизм переноса окислителя на молекулу субстрата в гидропероксидном окислении» (РФФИ – Индия) 2015-2016 гг.

4. 13-03-92691 ИИД\_А «Инженерия кристаллов за счет вторичных взаимодействий, как метод направленного получения электропроводящих и магнитных материалов на основе металлорганических соединений» (РФФИ-Индия) 2013-2015 гг.

5. 12-08-91161-ГФЕН\_а Россия-Китай (РФФИ-ГФЕН) Синтез и проводимость гибридных мембранных материалов на основе полимеров и гетерополикислот. 2012-2013 г.

6. 11-03-92478-МНТИ\_а The Hebrew University of Jerusalem. Проект «Stabilized nanoparticles of organic and inorganic perhydrates» (Россия-Израиль).

7. EC 7th Framework Grant, Nr. 247007. «Nano-carbon based components and materials for high frequency electronics». 2013-2014 гг.

8. 14-03-90004\_Бел «Физико-химических основы синтеза магнитных гранулированных структур в системах Ga(In)Sb-MnSb» (РФФИ – Беларусь) 2014-2015 гг.

9. 13-0390459\_Укр\_ф\_а «Конъюгаты транспортных белков, полиэдрических анионов бора и клеточных комплексов металлов для 10В-нейтронозахватной терапии» (РФФИ – Украина) 2013-2014 гг.

10. 13-03-90412-Укр\_ф\_а «Гомо- и гетерометаллические интермедиаты и продукты взаимодействия моно- и биядерных пиразолатных комплексов 3d металлов с соответствующими карбоксилатами как катализаторы (модели катализаторов) образования и превращений гидропероксидов» (РФФИ – Украина) 2013-2014 гг.

11. 13-03-90405\_Укр\_ф\_а «Функционально-улучшенные стеклообразные среды на основе халькогенидных соединений Ge и As для прогрессивных применений в ИК фотонике» (РФФИ – Украина) 2013-2014 гг.

12. 14-03-90423\_Укр «Влияние структуры координационных соединений молекулярного и полимерного строения на эффективность переноса энергии и электрона в люминесцентных и фотовольтаических системах на их основе» (РФФИ – Украина) 2014-2015 гг.

Международные соглашения о межинститутских связях и исследовательских программах:

1. Договор о совместной деятельности между ИОНХ РАН и ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению» с 2008 г. бессрочный

2. Договор о научно-техническом сотрудничестве между Учреждением Российской академии наук Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН и Институтом микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, 2011-2016 гг. с последующей пролонгацией.



3. Международная объединенная лаборатория (МОЛ) «Ионообменные мембраны и процессы» (Российско-французская), 2011-2014 гг. с последующей пролонгацией.

4. Соглашение о научном сотрудничестве между ИОНХ РАН и Университетом г. Дарэм (Великобритания), 2012-2022 гг.

5. Генеральное соглашение о сотрудничестве № 2/0715 между ИОНХ РАН и Брюннельским университетом (Великобритания), 2012-2015 гг. с последующей пролонгацией.

6. Генеральное соглашение ИОНХ РАН с Индийским Технологическим Институтом, 2013-2023 гг.

7. Генеральное соглашение между ИОНХ РАН и Национальным центром научных исследований (CNRS, Франция), 2013-2023 гг.

8. Соглашение о научном сотрудничестве между ИОНХ РАН и Институтом физической химии им. Р. Каишева Болгарской АН, 2013-2018 гг.

9. Соглашение о взаимопонимании между исследовательской группой Weimar (Университет Тюбингена, Институт физической и теоретической химии) и ИОНХ РАН, 2011-2014 гг.

Международные соглашения (прямые связи):

1. Двустороннее академическое сотрудничество в рамках межакадемического сотрудничества РАН и АН Чешской республики (Институт научных основ химических процессов АН Чехии), 2012-2014 гг.

2. Соглашение о сотрудничестве ИОНХ РАН и АН Румынии (Национальный НИИ оптоэлектроники ИНОЕ 2000 АН Румынии), 2012-2014 гг.

3. Распоряжение о сотрудничестве Российской академии наук с Польской академией наук (Институт физики АН Польши), 2014-2016 гг.

4. Соглашение о сотрудничестве Российской академии наук с АН Венгрии (Институт физики твердого тела и оптики АН Венгрии), 2014-2016 гг.

5. Договор № 2/0797 от 05.02.2013 о долгосрочном научном сотрудничестве с кристаллографическим центром химического факультета Даремского университета, Великобритания (Durham University).

## **НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований**

#### **12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год**

Научное направление №44. Фундаментальные основы химии (в рамках Программы фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, утвержденной Правительством Российской Федерации 3 декабря 2012 г. № 2237-р).



1. Создано новое семейство органотеллургалогенидных лигандов, образующих с металлами резко укороченные связи за счет дополнительного дативного взаимодействия. Показано, что в большом семействе гетерометаллических кластеров, в которых асимметрический атом марганца образует прочные укороченные связи Mn-Sn и Mn-Sn-M, эти элементы сохраняются в составе неорганических материалов, возникающих при пиролизе кластеров, что позволяет направленно получать сложные смешанно-металлические вещества.

I. V. Skabitskiy, A. A. Pasynskii, S. G. Sakharov, V. A. Grinberg. The syntheses and structures of mixed-metal dichalcogen Mn-Pt complexes  $[\text{CpMn}(\text{CO})_2]_2(\text{E}2)\text{Pt}(\text{PPh}_3)_2$  // *Polyhedron*, 2014, 67 P. 422-428. DOI: 10.1016/j.poly.2013.09.028.

2. В рамках разработки стратегии химического конструирования полифункциональных магнитоактивных полиядерных архитектур с атомами d- и f-элементов впервые синтезированы и структурно охарактеризованы 4f-4f гетеробиметаллические комплексы  $[\text{SmTb}(\text{Piv})_6(\text{phen})_2]$ ,  $[\text{SmTb}(\text{Piv})_6(\text{bath})_2] \cdot 1.75\text{EtOH}$ ,  $[\text{SmTb}(\text{Piv})_6(\text{bath})_2] \cdot 2\text{EtOH}$ . Впервые получены новые магнитные наноматериалы, путем взаимодействия модифицированных многослойных углеродных нанотрубок, МУНТ-СО-Л (L = -OH, -3-NH-CH<sub>2</sub>-C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N), и FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O (в том числе с изотопами <sup>57</sup>Fe). Впервые синтезирован необычный координационный магнитоактивный полимер  $\{[\text{K}_6\text{Co}_36(\mu_4\text{-DMM})_6(\mu_2, \mu_6\text{-DMM})_2(\mu_2, \mu_4\text{-HDMM})_{14}(\mu_2, \mu_5\text{-HDMM})_8(\mu_3\text{-O})_{20}(\mu_1\text{-H}_2\text{O})_{22}(\mu\text{-H}_2\text{O})_6] \cdot 58\text{H}_2\text{O}\}$ , в котором основными структурными блоками являются 36-ядерные гексаанионные кластеры  $\{[\text{Co}_36(\mu_4\text{-DMM})_6(\mu_2, \mu_6\text{-DMM})_2(\mu_2, \mu_4\text{-HDMM})_{14}(\mu_2, \mu_5\text{-HDMM})_8(\mu_3\text{-O})_{20}(\mu\text{-H}_2\text{O})_6(\mu\text{-H}_2\text{O})_6]\}^{6-}$ , связанные между собой катионами калия.

I. G. Fomina, Zh. V. Dobrokhotova, A. B. Ilyukhin, V. I. Zhilov, A. S. Bogomyakov, A. A. Antoshkov, Y. S. Zavorotny, V. I. Gerasimova, V. M. Novotortsev, I. L. Eremenko. Heterodinuclear (Sm, Tb) lanthanide pivalates with heterocyclic N-donors: synthesis, structure, thermal behavior, and magnetic and photoluminescence properties// *Dalton Trans.*, 2014, 43, 18104-18116. IF 4.097. DOI: 10.1039/C4DT02590C

3. Разработан новый способ рентгеноспектрального анализа крови и плазмы крови без предварительного отделения органической составляющей.

О.И. Лямина, Т.А. Куприянова, И.П. Столяров, М.Н. Филиппов, А.А. Вирюс. Рентгеноспектральный анализ крови без отделения органической составляющей // *Аналитика и контроль*. 2013. Т. 17. № 2. С. 148-152.

Научное направление №45. Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов (в рамках Программы фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, утвержденной Правительством Российской Федерации 3 декабря 2012 г. № 2237-р).

1. Выращены эпитаксиальные слои InP и твердых растворов InGaAsP, легированных Cd, Mn, Zn. Выявлена зависимость влияния лигатуры на подвижности носителей заряда. Показано, что основной механизм вхождения Zn, Mn и Cd - механизм межузельного



внедрения. На основе анализа магнитных свойств InSb, легированного Mn и солегированного Mn и Zn, Mn и Cd, установлено, что основной вклад в формирование магнитных свойств полученных материалов вносят кластеры, состав и температура Кюри которых меняются в зависимости от содержания легирующих элементов.

М. Г. Васильев, А. М. Васильев, А. Д. Изотов, А. А. Шелякин. Создание и исследование высокотемпературного лазерного диода с длиной волны излучения 1310 нм на основе зарощенных гетероструктур InP/GaInAsP// Неорган. материалы, 2014. Т 50, № 9, с. 963–967. DOI: 10.7868/S0002337X14090176.

2. Разработаны принципы химического конструирования бионеорганических систем, в том числе производных биогенных аминов, а также гибридных клатрохелат-декаборатов – перспективных соединений для бинарной лучевой терапии рака; разработана концепция «топологических лекарств» - потенциальных биологически активных соединений – жестких трехмерных молекул – ксенобиотиков, способных к избирательному ингибированию ферментов вирусов (соединения с противовирусной активностью).

Н.Т.Кузнецов, В.М.Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. Основы нанотехнологии. Изд. БИНОМ, Лаборатория знаний, Москва 2014, стр.397, тираж 1000 экз.

3. Впервые исследованы термодинамические характеристики процессов парообразования двухкомпонентных систем на основе оксида алюминия. Найдены условия синтеза ударопрочных, прозрачных керамик – оксонитрида алюминия Al<sub>2</sub>3O<sub>2</sub>7N<sub>5</sub> и магниевой шпинели Mg Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

N.A. Gribchenkova, A.V. Steblevsky, A.S. Alikhanyan, Vaporization Thermodynamics of the ZnO-SnO<sub>2</sub> System // J.Chem. Thermodynamics. 2014. V.70, P. 203-206.

Научное направление №46. Физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии» и высокоэффективных каталитических систем, создание новых ресурсо- и энергосберегающих металлургических и химико-технологических процессов, включая углубленную переработку углеводородного и минерального сырья различных классов и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами (в рамках Программы фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, утвержденной Правительством Российской Федерации 3 декабря 2012 г. № 2237-р).

1. Разработаны физико-химические основы методов получения и технологии высокочистых мышьяка и его соединений из нетрадиционного сырья - продуктов уничтожения люизита, квалификации 99,9999 и 99,99999 мас. %.

С.А. Борисов, Т.К. Менщиков, В.Н. Потолоков, В.А. Федоров, М.Н. Бреховских. Физико-химические основы получения высокочистых веществ для микроэлектроники и оптики // Неорган. материалы. 2014. Т.50, № 11. С. 1243-1248. DOI: 10.7868/S0002337X14110037

2. Разработаны новые методы синтеза в нанокристаллическом состоянии с использованием золь-гель технологии высокотемпературных карбидов кремния, карбидов и оксидов



металлов и на их основе ультравысокотемпературного композиционного материала состава  $\text{HfB}_2/\text{xSiC}$  ( $\text{x}=30\text{-}65\%$ ) с высокой химической стабильностью.

Патент РФ № 2542275, приоритет 11.06.2013 г. «Способ получения  $\beta$ -карбида кремния.»  
Емельянов И.Д., Шембель Н.Л., Жарков М.А., Кузнецов Н.Т., Севастьянов В.Г., Симоненко Е.П., Симоненко Н.П.

3. Разработан эффективный метод получения тонких пленок оксидов и сульфидов олова и сурьмы из соответствующих пероксокомплексов на подложках различного состава и морфологии, в том числе, на частицах оксида графена, а также кислотонеустойчивых материалах. В частности, получен композит с равномерным покрытием сульфида сурьмы (III) на поверхности восстановленного оксида графена, обладающий улучшенными электрохимическими характеристиками в составе анодов натрий-ионных аккумуляторов (высокая разрядная емкость до 730 мАч/г при токе разряда 50 мА/г, сохранение 70% величины емкости при увеличении тока разряда в 60 раз, стабильность при циклировании).

Yu D. Y. W., Prikhodchenko P. V., Mason C. W., Batabyal S. K., Gun J., Sladkevich S., Medvedev A. G., Lev O. High-capacity antimony sulphide nanoparticle decorated graphene composite as anode for sodium-ion batteries // *Nature Communications* 2013, 4, 2922.

**13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».**

Информация не предоставлена

**14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год**

1. X. Liu, J.D. Burton, M.Ye. Zhuravlev, and E.Y. Tsymbal “Electric control of Spin Injection into a Ferroelectric Semiconductor // *Physical Review Letters*, 2015, 114, 046601. IF 5.93 DOI: 10.1103/PhysRevLett.114.046601

2. A. S. Lytvynenko, S. V. Kolotilov, M. A. Kiskin, O. Cadot, S. Golhen, G. G. Aleksandrov, A. M. Mishura, V. E. Titov, L. Ouahab, I. L. Eremenko, V. M. Novotortsev. Redox-Active Porous Coordination Polymers Prepared by Trinuclear Heterometallic Pivalate Linking with the Redox-Active Nickel (II) Complex: Synthesis, Structure, Magnetic and Redox Properties, and Electrocatalytic Activity in Organic Compound Dehalogenation in Heterogeneous Medium // *Inorg. Chem.* 2014, 53, 4970–4979. IF 4.762. DOI: dx.doi.org/10.1021/ic403167m

3. E. Mikhalyova, A. Yakovenko, M. Zeller, M. Kiskin, Yu. Kolomzarov, I. Eremenko, A. Addison, V. Pavlishchuk. Manifestation of  $\pi$ - $\pi$  Stacking Interactions in Luminescence Properties and Energy Transfer in Aromatically-Derived Tb, Eu and Gd Tris(pyrazolyl)borate Complexes // *Inorg. Chem.*, 2015, 54, 3125–3133. IF 4.794. DOI: 10.1021/ic502120g



4. A.D. Yaprntsev, A.E. Baranchikov, L.S. Skogareva, A.E. Goldt, I.P. Stolyarov, O. Ivanova, V. Kozik, V. Ivanov. High-yield microwave synthesis of layered  $Y_2(OH)_5NO_3 \cdot xH_2O$  materials. // *CrystEngComm* 2015. V.17. P.2667–2674. IF 3.849 DOI: 10.1039/c4ce02303j

5. Y. Wolanov, P. V. Prikhodchenko, A. G. Medvedev, R. Pedahzur, O. Lev. Zinc dioxide nanoparticulates: a hydrogen peroxide source at moderate pH. *Environmental Science and Technology*. 2013, 47, 8769–8774. IF 5.393 DOI: 10.1021/es4020629

6. P. V. Prikhodchenko, D. Y. W. Yu, S. K. Batabyal, V. Uvarov, J. Gun, S. Sladkevich, A. A. Mikhaylov, A. G. Medvedev, O. Lev. Nanocrystalline tin disulfide coating of reduced graphene oxide produced by the peroxostannate deposition route for sodium ion battery anodes. *J. Materials Chemistry A* 2014, 2, 8431–8437. IF 8.262 DOI: 10.1039/c3ta15248k

7. A.E. Kostanyan, A.A. Erastov. Steady state preparative multiple dual mode counter-current chromatography: Productivity and selectivity. Theory and experimental verification // *J. Chromatogr. A*. 2015. V. 1406. P. 118-128. IF 4.17. DOI: doi.org/10.1016/j.chroma.2015.05.074.

8. V. O. Abramov, A. V. Abramova, V. M. Bayazitov, L. K. Altunina, A. Gerasin, D. S. Pashin, T. J. Mason (2015): Sonochemical approaches to enhanced oil recovery. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2015, 25, 76-81 IF 4.5 DOI:10.1016/j.ultsonch.2016.10.017

9. N.V. Cherkashina, D.I. Kochubey, V.V. Kanazhevskiy, V.I. Zaikovskii, V.K. Ivanov, A.A. Markov, A.P. Klyagina, Z.V. Dobrokhotova, N.Yu. Kozitsyna, I.B. Baranovsky, O.G. Ellert, N.N. Efimov, S.E. Nefedov, V.M. Novotortsev, M.N. Vargaftik, I.I. Moiseev. Platinum Acetate Blue: Synthesis and Characterization // *Inorg. Chem.* 2014, 53. P.8397–8406. DOI: 10.1021/ic500940a IF 4.820

10. Yu.G. Gorbunova, A.D. Grishina, A.G. Martynov, T.V. Krivenko, A.A. Isakova, V.V. Savelyev, S.E. Nefedov, E.V. Abkhalimov, A.V. Vannikov, A.Yu. Tsivadze. The crucial role of self-assembly in nonlinear optical properties of polymeric composites based on crown-substituted ruthenium phthalocyaninate // *J. Mater. Chem. C*, 2015, 3, 6692 -6700. IF 4,696, DOI: 10.1039/c5tc00965k

#### Монографии:

1. В.К. Иванов, А.Б. Щербаков, А.Е. Баранчиков, В.В. Козик Нанокристаллический диоксид церия: свойства, получение, применение / Изд-во Том. ун-та, 2013, 284 с., ISBN 978-5-7511-2182-2. Тираж 500 экз.

2. Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин Основы нанотехнологии / Москва, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. ISBN 978-5-9963-0853-8. Тираж 1000 экз.

3. Э.А. Кравченко, Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев. Ядерный квадрупольный резонанс в координационной химии / Москва, URSS, 2013. ISBN 978-5-396-00543-3. Тираж не указан.

4. Е.Ф. Кустов, В.М. Новоторцев. Магнетохимия молекулярных структур / Москва, УРСС, 2014. ISBN 978-5-396-00618-8. Тираж не указан.





5. Б.А.Ульянов, Н.Н.Кулов, А.В.Бадеников «Процессы переноса в химической технологии». Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Химическая технология» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». 2015 г.- 337 с. Тираж 600 экз. ISBN 978-5-8964-084-2

6. А.Б. Ярославцев / Физическая химия. 3-е издание, переработанное и дополненное. М.: Научный мир, 2013. 264 с. ISBN 978-5-91522-338-6. Тираж не указан.

7. Кравченко Т.А., Золотухина Е.В., Чайка М.Ю., Ярославцев А.Б. / Электрохимия нанокompозитов металл-ионообменник / М.: Изд-во Наука, 2013. 365 с. ISBN 978-5-02-038142-1. Тираж 250 экз.

8. Мембраны и мембранные технологии./ Отв. ред. Ярославцев А.Б. М.: Изд-во Научный мир, 2013. 612 с. ISBN 978-5-91522-366-9. Тираж 250 экз.

9. Исследование, технология и использование нанопористых носителей лекарств в медицине / Коллектив авторов, отв. ред. В.Я. Шевченко, О.И. Киселев, В.Н. Соколов. / СПб.: Химиздат, 2015. - 368 с. - ISBN 978-5-93808-255-7. Тираж 500 экз.

10. Наноматериалы: Свойства и перспективные применения / Коллектив авторов, отв. редактор А.Б. Ярославцев. / М.: Научный мир, 2014. – 456 с. – ISBN 978-5-91522-393-5. Тираж 250 экз.

**15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие**

РНФ 14-23-00176 «Металлсодержащие молекулярные и супрамолекулярные архитектуры как прекурсоры для направленного получения функциональных материалов и покрытий», 2014-2016 гг, финансирование за 3 года 50980 тыс. руб.

Научным коллективом проведено масштабное конструирование новых полиядерных и супрамолекулярных архитектур с уникальными физическими свойствами (магнитными и люминесцентными), пригодными для направленного создания функциональных материалов и покрытий. В работе можно выделить 3 больших направления: синтез полиядерных молекул, конструирование новых материалов и проведение структурных и физико-химических исследований. В первом направлении рассмотрен синтез молекулярных магнито-активных комплексов с ионами лития и ванадия (IV) с дипиридилем и пивалиновой кислотой. Показано, что в биядерных комплексах ванадия имеет место сильное обменное взаимодействие, которое практически перекрывает вводимый между ними непроводящий ион лития. Получен ранее неописанный гетероядерный комплекс с ионами лития и никеля. Для гетероядерного комплекса кобальта с литиевыми мостиками обнаружена весьма необычная перестройка зигзагообразного фрагмента с попарно чередующимися металлоатомами. С целью создания прекурсоров для координационных полимеров были синтезированы и изучены новые гетерометаллические молекулярные комплексы с атомами кобальта



и лантаноидами (La, Eu, Gd, Dy, Ho). Внутримолекулярные взаимодействия между ионами исследованы методами рентгеноструктурных исследований и магнетохимии. На втором направлении осуществлен переход от молекулярного уровня к нанокompозитным соединениям, созданным на основе соединений дисульфида молибдена с оксидами марганца (II, III). Проведение рентгено-дифракционных исследований показало происходящее частичное окисление осажденных соединений марганца до  $Mn_3O_4$ . В третьем разделе анализируются и сопоставляются данные физико-химических исследований для всех полученных многоядерных структур и композиций. Выполненные исследования однозначно имеют положительный вектор развития. Создание нанокompозитных соединений на основе управляемых молекулярных структур успешно развито в данном проекте. Полученные результаты опубликованы в высоко рейтинговых журналах, входящих в международные базы цитирования и имеющих значительные импакт-факторы (от 2 до 5.3). Индикаторные показатели перевыполнены: опубликовано 22 статьи вместо заявленных 16. Масштабность и значимость проводимых исследований наглядно продемонстрирована в познавательной научной программе на канале «Культура»: «Черные дыры, белые пятна», где руководитель проекта показал перспективы направленного конструирования полиядерных систем с заданными свойствами с целью дальнейшего создания материалов нового поколения.

РНФ 14-13-01150 «Материалы на основе металлооксидных аэрогелей: методы получения, функциональные свойства, перспективные применения», 2014–2018 гг, 26800 тыс. руб.

Предложены новые подходы к конструированию каркаса и модификации поверхности металлооксидных аэрогелей с использованием методов органической, металлорганической и координационной химии и неорганического материаловедения.

Получен ряд новых мономеров – прекурсоров для синтеза аэрогелей – путем ацилирования и арилирования аминогруппы 3-аминопропилтриметоксисилана (АПТМС): полифторированные мономеры – как монофункциональные, содержащие один триалкоксисилильный фрагмент:  $(RO)_3SiCH_2CH_2CH_2NHCOR$  ( $R = CF_3, CF_3CH(OH)$ ), так и бифункциональные, содержащие две триалкоксисилильные группы:  $p-(RO)_3SiCH_2CH_2CH_2NHC_6F_4CONHCH_2CH_2CH_2Si(OR)_3$ . Синтезированы аддукты 3-аминопропилтриметоксисилана с бис-эпоксидами и бис-изоцианатами. Получены функциональные мономеры, в которых роль линкера для молекул АПТМС играет центральный атом комплекса переходного металла (меди, платины).

На многочисленных примерах впервые установлено, что текстурные характеристики, гидрофобность и фазовый состав металлооксидных аэрогелей (в том числе  $SiO_2$ ,  $SiO_2-TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ) можно направленно изменять путем варьирования природы растворителя, используемого на стадии сверхкритической сушки соответствующих лиогелей, а также изменением последовательности стадий получения аэрогелей.



С использованием различных сверхкритических растворителей (CO<sub>2</sub>, изопропанол, метил-трет-бутиловый эфир, гексафторизопропанол) впервые получены аэрогели, содержащие фрагмент аминопропилтриалкоксисилана, модифицированный алифатическими фторированными жирными кислотами: Si(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>NHC(O)RF (RF = CF<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>, CF<sub>3</sub>CF(OCH<sub>3</sub>), C<sub>6</sub>F<sub>13</sub>, C<sub>8</sub>F<sub>17</sub>), а также фторированными и нефторированными дикислотами – перфтормалоновой (Si(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>NHC(O)CF<sub>2</sub>C(O)NH(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>Si), октафторадипиновой (Si(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>NHC(O)(CF<sub>2</sub>)<sub>4</sub>C(O)NH(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>Si), перфторбензойной, малеиновой кислот.

Показано, что увеличение длины фторуглеродного заместителя приводит к уменьшению удельной площади поверхности получаемых аэрогелей от ~800 м<sup>2</sup>/г до 300–600 м<sup>2</sup>/г.

При увеличении длины фрагмента RF гидрофобность аэрогелей закономерно возрастает, и краевой угол смачивания достигает 130–140° для RF = C<sub>6</sub>F<sub>13</sub> и C<sub>8</sub>F<sub>17</sub>. Показано, что наибольшие значения краевых углов смачивания достигаются при использовании изопропанола в качестве сверхкритического флюида.

Впервые в мире получены оптически активные аэрогели на основе SiO<sub>2</sub> с ковалентно связанным остатком L-молочной кислоты. После сверхкритической сушки в изопропанол аэрогель сохраняет способность вращать плоскость поляризованного света. Данный результат демонстрирует возможность синтеза хиральных катализаторов и высокоэффективных сорбентов для разделения энантиомеров и диастереомеров.

Получены аэрогели на основе SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (большинство из них – впервые), химически модифицированные комплексами переходных металлов (меди, кобальта, железа, никеля, палладия, платины), характеризующиеся высокими значениями удельной площади поверхности (до 600 м<sup>2</sup>/г). На примере аэрогелей, модифицированных комплексами двухвалентной меди, четырехвалентной платины и двухвалентного палладия показано, что сверхкритическая сушка в диоксиде углерода не приводит к изменению валентного состояния металла. Напротив, сверхкритическая сушка в изопропанол приводит к восстановлению меди, палладия и платины в соответствующих аэрогелях до элементарных металлов. Установлено, что обработка аэрогелей, модифицированных комплексами меди и палладия, в атмосфере водорода, приводит к формированию в матрице аэрогеля нанодисперсных частиц металлов.

Палладийсодержащие аэрогели на основе Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с удельной площадью поверхности 300–400 м<sup>2</sup>/г демонстрируют высокую степень конверсии и селективность (до 100%) в реакции гидрирования гексена-1 как в газовой фазе (при 120°C), так и в среде жидкого диоксана (при 20°C). Палладиймодифицированные аэрогели при конверсии 80–88% способствовали изомеризации гексена-1 с образованием гексена-2 и гексена-3 (сдвиг кратной связи).

Сверхкритической сушкой в различных растворителях (метил-трет-бутиловый эфир, изопропанол, CO<sub>2</sub> и гексафторизопропанол) получены смешанные аэрогели на основе SiO<sub>2</sub>–TiO<sub>2</sub>, в том числе содержащие нанокристаллический анатаз. Высокие значения



удельной площади поверхности полученных аэрогелей (более 100 и до 1000 м<sup>2</sup>/г) сохранялись при их отжиге при 600°C.

Показано, что фотокаталитическая активность смешанных аэрогелей TiO<sub>2</sub>–SiO<sub>2</sub> в модельных реакциях фотодеградации кристаллического фиолетового в водных растворах зависит от содержания в них кристаллического анатаза и сопоставима с характеристиками коммерческого фотокатализатора Evonik TiO<sub>2</sub> Aeroxide P25. Удельная фотокаталитическая активность (приведенная на единицу массы TiO<sub>2</sub>) композитных аэрогелей SiO<sub>2</sub>–TiO<sub>2</sub> превышает аналогичную величину для коммерческого фотокатализатора в ~1.5–1.6 раза.

Предложен и успешно апробирован принципиально новый метод сульфатирования поверхности аэрогелей для получения суперкислотных катализаторов, заключающийся в обработке аэрогелей газофазным хлористым сульфуром. Показано, что аэрогели Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, полученные сверхкритической сушкой в изопропанол и метил-трет-бутиловом эфире, после сульфатирования в парах SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> при 200°C приобретают свойства суперкислот ( $-12.4 < \text{H}_0 < -11.99$ ) и эффективно катализируют реакции олигомеризации гексена-1 с образованием олигомеров C<sub>12</sub>, C<sub>18</sub> и C<sub>24</sub>. Сверхкритическая сушка в метил-трет-бутиловом эфире приводит к получению аэрогелей с более высокой удельной площадью поверхности по сравнению со сверхкритической сушкой в изопропанол (300 и 190 м<sup>2</sup>/г, соответственно) и более высокой каталитической активностью.

Впервые показано, что лиогели, модифицированные аминопропильными заместителями и содержащие свободную аминогруппу Si(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>, эффективно сорбируют бензойную и салициловую кислоты – модели лекарственных препаратов, содержащих карбоксильные группы – из спиртовых растворов.

Получены аэрогели с ковалентно связанными остатками бензойной и салициловой кислот. Показано, что амидная связь ковалентно связанной бензойной кислоты не гидролизуются в водно-спиртовом растворе за 24 часа при 37°C, а при добавлении 0.5% HCl хроматографически определяемые в растворе количества бензойной кислоты появляются через ~15 ч выдержки при 37°C.

Получены композитные материалы, состоящие из аэрогелей SiO<sub>2</sub> и микросфер пирролизованной глюкозы; из аэрогелей SiO<sub>2</sub> и микросфер сорбента Sephadex G-25; из аэрогелей SiO<sub>2</sub> и микросфер сорбента Relisorb 400. Показано, что композитный материал на основе аэрогелей SiO<sub>2</sub> и микросфер сорбента Relisorb 400 пригоден для применения в качестве неподвижной фазы в сверхкритической флюидной хроматографии – хроматографические колонки на его основе показали высокую эффективность разделения компонентов модельных смесей.

Разработан метод набивки хроматографических колонок микросферическими частицами аэрогелей SiO<sub>2</sub>, заключающийся в сверхкритической сушке суспензий лиогелей SiO<sub>2</sub> непосредственно в хроматографических колонках. Указанный метод обеспечивает получение колонок с достаточно высокой для аналитической работы хроматографической эффективностью (число теоретических тарелок 12 000–14 000 на метр), пригодных для



разделения изомеров оксима фенил-втор-бутилкетона, а также смесей ксилолов и фурукумаринов.

РНФ 14-13-00938 «Разработка физико-химических основ создания новых молекулярных и керамических магнитных материалов на основе соединений лантанидов» Сроки выполнения 2014-2016 гг. Финансирование 15000 тыс руб.

Разработаны методы синтеза, получены и полностью охарактеризованы новые биядерные цимантренкарбоксилатные комплексы тяжелых лантанидов -  $[\text{Ln}_2(\text{O}_2\text{CCym})_6(\text{DMSO})_4]$  Ln = Tb (1), Dy (2);  $[\text{Ln}_2(\text{O}_2\text{CCym})_4(\text{NO}_3)_2(\text{DMSO})_4]$  Tb (3), Dy (4); Cym =  $(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_4)\text{Mn}(\text{CO})_3$ . В результате деструкции  $\text{O}_2\text{CCym}$ -фрагмента в присутствии соответствующих ионов  $\text{Ln}^{3+}$  в различных средах получены и охарактеризованы новые полиядерные комплексы  $[\text{Tb}_4(\mu_3\text{-OH})_4(\mu_2\text{-O}, \text{O}'\text{-O}_2\text{CCym})_6(\text{H}_2\text{O})_3(\text{THF})_4][\text{MnCl}_4] \cdot 4\text{CH}_2\text{Cl}_2 \cdot 6\text{THF}$  и  $[\text{Er}_2\text{Mn}(\mu_2\text{-O}_2\text{CCym})_6(\eta^2\text{-O}_2\text{CCym})_2((\text{MeO})_3\text{PO})_4] \cdot 2\text{MePh}$ . Установлено, что все полученные гетеролептические комплексы с соотношением Ln:Mn, равным 1:2 и 1:1, можно рассматривать как индивидуальные прекурсоры манганитов –  $\text{LnMn}_2\text{O}_5$  и  $\text{LnMnO}_3$ , соответственно.

Для новых комплексов  $\text{Dy}^{3+}$  показано проявление новыми соединениями свойств, характерных для молекулярных магнитов (SMM) и определены основные характеристики релаксационных процессов – величины энергетических барьеров перемагничивания и времен релаксации.

РНФ 14-13-01115 «Создание научных основ получения магнитно-упорядоченных веществ и магнитных материалов на основе металлофрагментов в боридных матрицах», 15.000 тыс. руб., 2014-2016 гг.

Получены новые магнитные гетероструктуры с чередованием металлических фрагментов  $\text{Ni}_3\text{M}$   $\text{Ni}_3\text{-xFexM}$  с неметаллическими фрагментами на основе

смешанных интерметаллидов переходных-непереходных металлов (гетероструктуры на нано- и молекулярном уровне). Такие системы являются крайне перспективными для создания элементов микрокомпьютеров, носителей информации со сверхвысокой плотностью записи.

РФФИ 11-03- 12157 офи\_м До- и сверхкритические фазовые превращения и реакции водных флюидов в процессах СК водного окисления, гидротермической газификации биомасс и синтеза нанокристаллов гидроксидов и оксидов алюминия. 2011 – 2013 г. 1500 тыс. руб.

В результате систематических исследований процессов образования бемита, тодита и корунда при гидротермальной, термодаровой и термической обработке впервые сформулирована последовательность стадий структурных превращений оксидов и гидроксидов алюминия в этих условиях.

Разработаны методы получения бемита и корунда определенных размеров. Исследована структура флокул и переход флокула – кристалл. Разработан способ получения керамического сырья из гидраргиллита. Определены оптимальные параметры гидротермальной и



термической обработки. ( автоклавная обработка в воде при 200°C, последующая термическая обработка при 1300°C. Полученный материал может быть рекомендован для широкого промышленного использования в производстве керамики.

РФФИ 14-29-04074 офи\_м Наноразмерные сложные оксиды и сульфиды непереходных элементов - перспективные электродные материалы для электрохимической энергетики. 2014-2016. Объем финансирования – 5800 тыс. руб.

В ходе выполнения проекта впервые получены анодные материалы для литий-ионных аккумуляторов на основе оксида германия, элементарного германия, станнатов лития и натрия, германатов и теллуридов лития и натрия, в том числе композитов с восстановленным оксидом графена.

РФФИ 14-29-04100-офи\_м «Разработка новых подходов к получению нанокompозитного катализатора восстановления кислорода на основе диоксида марганца», 2014–2016 гг, 4350 тыс. руб.

Предложены и развиты новые методы синтеза нанодисперсного диоксида марганца, основанные на гидротермально-микроволновой обработке при заданном значении pH реакционной смеси с использованием в качестве восстановителя нитрита натрия или гексаметилентетрамина. Выявлены условия формирования однофазных материалов на основе диоксида марганца, а также твердых растворов на его основе с различным фазовым составом (в т.ч.  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>,  $\beta$ -MnO<sub>2</sub>,  $\gamma$ -MnO<sub>2</sub> и  $\delta$ -MnO<sub>2</sub>). Предложен новый метод получения нанокристаллического диоксида марганца методом его осаждения в присутствии меламина в условиях гидротермально-микроволновой обработки. Показано, что меламин является перспективным реагентом для синтеза оксидов металлов из водных растворов. Выявлено, что селективный синтез различных полиморфных модификаций MnO<sub>2</sub> ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -MnO<sub>2</sub>) может быть осуществлен восстановлением KMnO<sub>4</sub> меламином в кислых средах в условиях гидротермальной (гидротермально-микроволновой) обработки. Фазовый состав продуктов синтеза определяется стартовым значением pH реакционной смеси, а также продолжительностью синтеза: синтез с малой продолжительностью (20–60 мин) в диапазоне pH < 1 приводит к формированию  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>, в диапазоне 1 < pH < 2 –  $\gamma$ -MnO<sub>2</sub>. В условиях длительной (24 ч) гидротермальной обработки реакционных смесей, имеющих pH 1–2, происходит образование однофазного пиролюзита.

Оценка каталитической активности полиморфных модификаций диоксида марганца показала, что активность  $\beta$ -MnO<sub>2</sub> в реакции восстановления кислорода превышает аналогичную характеристику для  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub> и уступает, в свою очередь, активности для недопированного  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>. Установлено, что в присутствии  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>, допированного ионами железа, процесс восстановления кислорода протекает с образованием значительного количества пероксида водорода, а в случае Co- и Ni-содержащих катализаторов сохраняется высокая селективность в реакциях восстановления кислорода.

Анализ локального окружения ионов марганца в полученных материалах методом EXAFS-спектроскопии показал, что ионы марганца и допирующие катионы (Fe, Co, Ni)



занимают идентичные позиции в структуре  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub>, полученного гидротермально-микроволновым методом.

Проведено теоретическое моделирование процессов, протекающих в ходе восстановления кислорода с участием MnO<sub>2</sub>, с использованием подходов теории функционала плотности. Анализ активности каталитических центров с различной структурой показал, что наибольшей активностью обладают поверхностные кластеры Mn(III), возникающие за счет присутствия в структуре  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub> подвижных катионов калия. Указанные кластеры, по-видимому, формируются непосредственно в ходе электрокаталитического процесса восстановления кислорода в диапазоне потенциалов 0.8–0.6 В. Допирование  $\alpha$ -MnO<sub>2</sub> катионами элементов подгруппы железа приводит к снижению его электрокаталитической активности.

13-03-12428 офи\_м “Молекулярные фото- и магнитоактивные металл-органические системы с ионами РЗЭ как прекурсоры функциональных материалов”. 2014-2016 гг. 5500 тыс. руб.

Для комплексов Gd с остовом [Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] установлена зависимость между величиной энергии магнитного обменного взаимодействия и расстоянием между атомами гадолиния в биядерной структуре, имеющая прогностический характер. Предложен дизайн молекулярных комплексов РЗЭ с переносом заряда. Предложен дизайн молекулярных комплексов РЗЭ с переносом заряда. Получены две серии аддуктов 3,5-динитробензоатов лантанидов и иттрия с N,N-диметиланилина (ДМА) и N,N,N',N'-тетраметилфенилендиамином (ТМФД). Установлен парамагнетизм, обусловленный фрагментами с переносом заряда, причем перенос заряда в ансамблях с ТМФД выражен значительно сильнее, чем в аддуктах с ДМА.

РФФИ 13-03-12206 офи\_м «Эффективные методы получения сверхтугоплавких бинарных соединений бора в составе керамических композиционных материалов», 6000 тыс. руб., 2013-2015

Оптимизированы методы получения пористых каркасов на основе карбида кремния непосредственно во время процесса искрового пламенного спекания высокодисперсных стартовых смесей SiO<sub>2</sub>-C, полученных с применением золь-гель техники. Установлена зависимость свойства изготовленных при различных режимах керамических материалов от температуры и давления.

Выполнены комплексные исследования по выявлению влияния концентрации воды и катализатора (муравьиной кислоты), а также температуры на процесс гидролиза тетраэтоксисилана с последующим гелеобразованием, что может быть использовано для целенаправленного варьирования скорости гидролиза и гелеобразования при синтезе стартовой системы SiO<sub>2</sub>-C с различной реакционной способностью.

Проведены эксперименты по изучению долговременного влияния воздействия потока диссоциированного воздуха на поверхность модельных образцов составов HfB<sub>2</sub>-SiC с содержанием карбида кремния 45 об. % с применением созданной уникальной установки,



которая помимо фиксации в процессе воздействия средней температуры и распределения температуры по поверхности позволяет анализировать состав газовой фазы в пограничном слое над поверхностью образца.

РФФИ 15-29-01213 офи\_м «Развитие фундаментальных подходов к созданию газовых сенсоров на кислород на основе наноструктурированных тонких пленок диоксида циркония, модифицированного оксидами иттрия, титана и церия», 4300 тыс.руб. 2015-2017

Разработаны методики синтеза гетеролигандных координационных соединений класса алкоксоацетилацетонатов циркония, иттрия и титана с различным составом внутренней сферы. Изучена гидролитическая активность их растворов в зависимости от соотношения металлов и состава комплексов.

Развиты новые подходы к изготовлению необходимых для продолжения работ специальных керамических сенсорных подложек, в частности, осуществлены эксперименты по нанесению платиновых электродов и микронагревателя с применением аддитивных технологий, включая получение функциональных чернил.

Для выявления особенностей золь-гель синтеза наноструктурированных сложных оксидов  $ZrO_2-TiO_2$  исследованы процессы кристаллизации и укрупнения частиц наноразмерного порошка перспективного состава  $ZrTiO_4$  при термической обработке при различных температурах.

Разработаны методы нанесения тонких наноструктурированных пленок состава  $ZrO_2-Y_2O_3$  и  $ZrO_2-TiO_2$ , исследовано влияние на их характеристики режимов термической обработки – температуры, времени выдержки, атмосферы термодеструкции (на воздухе или в атмосфере аргона с последующим выжиганием матричного углерода).

Определены электрофизические свойства полученных тонких пленок, нанесенных на керамические сенсорные элементы, исследована чувствительность при детектировании кислорода.

**16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».**

Информация не предоставлена

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований**





### **17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год**

1. Новые композиционные наноматериалы с проводимостью по ионам лития и электронам на основе двойных фосфатов. Соглашение 8573. 2012 -2013 г. 2,93 млн. руб. Получен композиционный катодный материал для литий-ионных аккумуляторов, представляющий собой наночастицы  $\text{LiFePO}_4$  с углеродным покрытием.

2. Создание нового типа ионообменных материалов на основе модифицированного поливинилхлорида. Соглашение 0847. 2011 -2013 г. 2,33 млн. руб. Созданы новые мембранные материалы на основе поливинилхлорида с высокой ионообменной емкостью и протонной проводимостью.

3. Композиционные функциональные наноматериалы с асимметрией ионного переноса, на основе гомогенных и гетерогенных ионообменных мембран. Соглашение 8024. 2012 -2013 гг., 4,15 млн. руб. Получены гибридные материалы на основе мембран МФ-4СК и МК-40, обладающие асимметрией ионного переноса.

4. Разработка и создание экспериментального образца водородной системы резервного электроснабжения средней мощности на основе альтернативных источников энергии. Соглашение 14.604.21.0122. 2014 -2016 г. (29 млн. руб.) Создан экспериментальный образец водородной системы бесперебойного питания и аккумулирования энергии (ВСБПАЭ) на основе разработанного топливного элемента и проведены его испытания. Разработан проект технического задания на проведение ОКР по теме «Создание водородной системы бесперебойного питания и аккумулирования энергии на основе альтернативных источников энергии». Разработана рабочая конструкторская документация на экспериментальный образец ВСБПАЭ.

5. Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Разработка пленочных материалов  $\text{Mg}(\text{Fe}_{0,8}\text{Ga}_{0,2})_2\text{O}_4/\text{Si}$  для устройств спинтроники, 0018922, 2015-2017 Сумма 400 тыс. руб.

6. Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Синтез нанокристаллических тугоплавких оксидов со структурой пироклора гликоль-цитратным методом, 400 тыс. руб., 2014-2015 гг.

Разработаны новые методы получения сложных оксидов общей формулой  $\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_7$  (где А – La, Gd, В – Zr, Hf) со структурой пироклора, установлены закономерности между условиями синтеза и свойствами продуктов.

### **Внедренческий потенциал научной организации**

### **18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований**



ИОНХ РАН ведет активную работу в области создания технологических инфраструктуры для собственных нужд и нужд сторонних потребителей. Указанная деятельность реализуется преимущественно в рамках научных направлений: Синтез и изучение новых неорганических веществ и материалов; Теоретические основы химической технологии и разработка эффективных химико-технологических процессов.

В штате ИОНХ РАН работают более 50 высококвалифицированных главных и ведущих технологов. Все необходимые вспомогательные работы выполняются в собственных механической и стеклодувной мастерских, укомплектованных соответствующим оборудованием.

1. Разработана и сконструирована лабораторная установка сушилка-гранулятор для получения экспериментальных образцов твердых источников активного кислорода с использованием совмещенного процесса грануляции и капсуляции. Получены гранулы твердых источников активного кислорода - перкарбоната натрия и пероксида цинка с использованием в качестве капсулирующих агентов полифосфата натрия, оксиэтилидендифосфоновой и нитрилотриметилфосфоновой кислот. Методами рентгенофотоэлектронной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии установлено, что использование совмещенного процесса грануляции и капсуляции в производстве твердых источников активного кислорода позволяет получить капсулирующее покрытие на поверхности гранул продукта в одной технологической стадии.

2. Создано опытное производство экспериментальных узлов ультразвуковой техники. Создание такой технологической инфраструктуры позволило в период с 2013 по 2015 г. разработать научные основы:

- Сонохимической технологии технологии восстановления продуктивности нефтяных скважин

- Золь-гель технологии получения наночастиц на поверхности медицинского бактерицидного текстиля.

- Соноплазменной технологии очистки промышленных сточных вод.

3. Создан в период 2013-2014 гг. и функционирует экспериментальный стенд для исследования кинетики массообмена при ректификации, в том числе экстрактивной, и испытаний эффективности различных насадок для ректификационных колонн.

4. Смонтирована установка газофазного осаждения EasyTube 3000 ХТ МО. Получены покрытия оксида иттрия на металлических пластинах.

#### **19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год**

1. Разработан лабораторный электролизер для генерирования фтора с высоким выходом по току при сравнительно низкой плотности тока. Патент 131727 РФ. 2014г.

2. Разработана сонохимическая технология, по которой было обработано более 100 скважин, принадлежащих ОАО «Роснефть».



3. Разработан способ производства кремнеземальдегидов (Патент РФ2400468 от.2010. Бюл. № 27). Область применения: матричный наполнитель для хроматографических колонок и индикаторных трубок. С 2013 г. выпускаются ЗАО «БиоХимМак СТ» (г. Москва).

4. Разработаны и апробированы составы 38 рецептур, пригодных для создания тест-средств, предназначенных как для визуальной индикации ОХВ разных классов в газовой среде и/или находящихся в растворенном (жидко-капельном) состоянии. Научно-технический отчет по договору № 25/519 между ИОНХ РАН и ФГУП СПО «Аналит-прибор» – 2013 – 160 с., 34 табл., 163 библиографических ссылок, 2 прил.

## **ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Экспертная деятельность научных организаций**

#### **20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами**

ИОНХ РАН ведет активную экспертную работу в интересах органов власти, научных фондов и организаций. Сотрудники ИОНХ РАН участвуют в экспертизе проектов РФФИ, РНФ, ФЦП и др., а также в оценке эффективности деятельности научных организаций по запросам РАН и ФАНО.

#### **Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций**

#### **21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год**

1. Договор №252-МТ «Разработка высокоэффективных фильтрующих сред для удаления токсичных микрзагрязнителей из воды питьевого назначения» от 02.12.2013 г.

2. Договор №24/14-МТ/199-МТ «Поиск и изучение свойств перспективных материалов для удаления микроколичеств биологически-активных соединений (БАС) из воды питьевого назначения и оценка их эффективности в зависимости от типа удаляемого БАС» от 07.07.2014 г

3. Договор 9/13/103-МТ «Разработка сорбционных материалов для аккумуляции и генерации активного кислорода». 2013-2015.

В ходе проведенных исследований показана принципиальная возможность использования слоистых двойных гидроксидов на основе магния/алюминия, содержащих пероксид



водорода в межслоевом пространстве, в портативных устройствах для экспрессного обеззараживания воды в походных условиях и чрезвычайных ситуациях.

4. Договор «Торнадо-ИНР» № 25/519 от 25.03.2013 г. предложены и теоретически обоснованы составы индикаторных рецептур для визуально-тестового обнаружения ОХВ разных классов. Составлен перечень разработанных рецептур, включающий 38 рецептур как для визуальной индикации ОХВ в газо-воздушной среде и/или находящихся в растворенном (жидко-капельном) состоянии (договор «Торнадо-ИНР» № 25/519 от 25.03.2013 г.)

5. Договор №4/12 «Разработка технологических режимов синтеза высокочистого мелкокристаллического корунда и сырья для получения оптической керамики». Сроки исполнения 2012 – 2013 г.г.

На пилотной установке в автоклаве объемом 5 литров исследован процесс кристаллизации корунда из гидраргиллита производства ООО Глинозем (Пикалево). Получен мелкокристаллический корунд с размером кристаллов 50 - 200 микрон. Кристаллизация 100%.

Разработаны методы диспергирования мелкокристаллического корунда. Разработаны методы глубокого обогащения корунда после автоклавного синтеза. Проведенные исследования позволили получить опытные партии нерегистрированных порошков корунда с содержанием основного вещества 99,998 масс%.

6. Договор № 7/13 на выполнение научно-исследовательской работы по теме «Разделение смесей фторорганических соединений» с ЗАО НПО «ПиМ-Инвест». Общая сумма договора 2,0 млн. рублей. Разработаны и экспериментально проверены технологические условия препаративного получения ряда фторорганических соединений.

7. Договор №8/15 от 03.06.2015 «Химическое газофазное осаждение тонких пленок тугоплавких материалов». Объем финансирования 2000000 руб. Разработана экспериментальная методика химического газофазного осаждения оксида иттрия на металлических пластинах с использованием летучего прекурсора.

8. Договор с Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии» Федерального медико-биологического агентства (ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России) на выполнение НИР по синтезу и комплексному анализу физико-химических свойств водных золь нанокристаллического диоксида церия на общую сумму 1 000 000,00 руб. Начало работ 31.03.2014 г., окончание работ 30 сентября 2015 г.

9. Договор №5/13 от 10.04.2013 г. «Исследование вопросов эффективности и надежности работы ультразвукового и электрогидравлического скважинного оборудования», сумма договора 1 830 000 руб.

10. Договор № 14.604.21.0126/4, 2015-2015 гг. «Разработка основ технологии синтеза порошковых материалов для электродов литий-ионного аккумулятора». Разработаны лабораторные технологические регламенты технологического процесса получения феррофосфата лития, допированного феррофосфата лития, титаната лития.



**Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении  
организации в соответствующем научном направлении  
(представляются по желанию организации в свободной форме)**

**22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации  
в соответствующем научном направлении, а также информация, которую ор-  
ганизация хочет сообщить о себе дополнительно**

ИОНХ РАН занимает лидирующие позиции в области экспериментальной и теоретической неорганической химии, химии твердого тела, синтеза новых веществ и материалов, изучения их строения и свойств, разработки технологии перспективных неорганических материалов, включая наноматериалы. В Институте широко ведутся исследования, направленные на решение актуальных задач в области добычи и переработки полезных ископаемых, биомедицины и пр.

В состав коллектива ИОНХ РАН входят 8 академиков, 7 членов-корреспондентов РАН, 6 профессоров РАН, 74 доктора и 128 кандидатов наук. Ведется непрерывная подготовка кадров высшей квалификации, выполняются магистерские диссертации и бакалаврские работы. Научные школы ИОНХ РАН были поддержаны грантами Президента Российской Федерации – Конкурсы научных школ:

Еременко И.Л. НШ-4773.2014.3 Научные основы методологии направленной химической сборки молекулярных материалов на основе полиядерных гомо- и гетерометаллических комплексов с атомами d-, f- и s-элементов с уникальными физическими свойствами;

Кузнецов Н.Т. НШ-596.2014.3 Химия координационных соединений, кластерных структур и материалов на их основе;

Новоторцев В.М. НШ-1712.2014.3. Физико-химические основы получения магнитоактивных материалов.

С 2001 г. в ИОНХ РАН в целях повышения эффективности подготовки высококвалифицированных научных кадров работает Научно-образовательный центр по общей и неорганической химии.

Вузами-партнерами Научно-образовательного центра являются крупнейшие московские высшие учебные заведения: МГУ им. М.В. Ломоносова, РХТУ им. Д.И. Менделеева, МИТХТ им. М.В. Ломоносова, ВХК РАН, МГИСиС, РГУНГ (НИУ) имени И.М. Губкина. Руководят образовательными структурами известные ученые-химики ИОНХ РАН, опытные преподаватели вузов - академики, члены-корреспонденты Российской академии наук, доктора наук.

Ежегодно Совет молодых ученых ИОНХ РАН совместно с Научно-образовательным центром проводит Конференцию молодых ученых по общей и неорганической химии, в рамках которой проводится конкурс студенческих научно исследовательских работ, вы-



полненных студентами московских вузов в области неорганической химии и материаловедения.

Создание Научно-образовательного центра по общей и неорганической химии благоприятно сказалось на привлечении в ИОНХ молодых кадров, заинтересованных в научно-исследовательской работе. Зачисление студентов и аспирантов в Научно-образовательный центр ИОНХ РАН позволяет им полноценно заниматься научной работой, участвовать в выполнении работ по программам фундаментальных исследований РАН, участвовать в российских и международных конференциях.

Сотрудники ИОНХ РАН активно участвовали в организации международных конференций (Чугаевская конференция по координационной химии, Черняевская конференция по химии, аналитике и технологии платиновых металлов, Конференция по термическому анализу и калориметрии, Сверхкритические флюиды: фундаментальные основы, технологии, инновации, Курнаковское совещание по физико-химическому анализу и др.). В состав коллектива института входят лауреаты Премий Президента РФ, государственных премий РФ, премий Правительства РФ, медалей и премий РАН, в том числе за 2013-2015 годы были получены:

Золотая медаль им. Н.С. Курнакова - Новоторцев В.М.

Золотая медаль им. Д.И. Менделеева - Моисеев И.И.

Награда Польской и Российской академий наук за выдающиеся научные достижения по циклу работ: "Развитие физико-химических основ технологии новых материалов для спинтроники" - Новоторцев В.М., Маренкин С.Ф., Федорченко И.В.

Премия Российской академии наук и Национальной академии наук Беларуси - Новоторцев В.М., Кецко В.А., Маренкин С.Ф.

Главная Премия Международной академической издательской компании "Наука/Интерпериодика" - Кузнецов Н.Т., Жижин К.Ю., Малинина Е.А., Авдеева В.В., Быков А.Ю., Гоева Л.В., Жданов А.П., Кочнев В.К., Мальцева Н.Н., Полякова И.Н.

Премия Международной издательской компании (МАИК) "Наука/Интерпериодика" за цикл работ "Высокочистые вещества и материалы для микроэлектроники и оптики: синтез, свойства и перспективы применения" - Федоров В.А., Бреховских М.Н., Борисов С.А.

Премия издательства МАИК Наука/Интерпериодика - Новоторцев В.М., Маренкин С.Ф., Аминов Т.Г., Шабунина Г.Г., Эллерт О.Г., Ефимов Н.Н., Егорышева А.В.

Премия издательства МАИК Наука/Интерпериодика - Кузнецов Н.Т., Севастьянов В.Г., Симоненко Е.П., Симоненко Н.П., Каблов Е.Н., Гращенков Д.В., Столярова В.Л., Гордеев А.Н., Авраменко В.А., Папынов Е.К.

Премия издательства МАИК Наука/Интерпериодика - Пасынский А.А., Торубаев Ю.В., Скабицкий И.В., Шаповалов С.С., Павлова А.В.

Премия Правительства Москвы для молодых ученых - Стенина И.А., Сафронова Е.Ю.

Медаль Российской академии наук с премией для студентов вузов - Япрынцева А.Д.



Грант Президента Российской Федерации - Конкурсы молодых кандидатов наук - Симоненко Н.П., Шаповалов С.С., Гоголева Н.В., Михайлов А.А., Николаевский С.А., Федорченко И.В.

Стипендия президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам "Композиционные функциональные наноматериалы на основе перфторированных ионообменных мембран, гетерополикислот и их солей, стабилизированных оксидом кремния" - Сафронова Е.Ю.

Стипендия президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам за перспективные научные исследования по теме "Новые композиционные наноматериалы с проводимостью по ионам лития и электронам на основе двойных фосфатов" - Новикова С.А.

Стипендия президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам за перспективные научные исследования по теме "Магнитоактивные гомо- и гетерометаллические кластеры 3d- и 4f-элементов как прекурсоры материалов электроники нового поколения" – Ефимов Н.Н.

ФИО руководителя \_\_\_\_\_

*Аванов В.К.*

Подпись

Дата

*29.05.2017*

