

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов имени И.В. Гребен-  
щикова Российской академии наук**

**(ИХС РАН)**

**Отчет по дополнительной референтной группе 8 Физическая химия, химическая  
физика, полимеры**

Дата формирования отчета: **24.05.2017**

## **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**

I. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ, в том числе: Лаборатория исследований наноструктур, Лаборатория физической химии стекла, Лаборатория структурной химии оксидов, Лаборатория строения и свойств стекла, Лаборатория кремнийорганических соединений и материалов, Лаборатория неорганического синтеза, Сектор покрытий, Отдел химических проблем энергетики (создан Приказом директора ИХС РАН от 17.04.2014 г. № 39-к в целях координации деятельности по направлению «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы» № 45 «Химические проблемы получения и преобразования энергии, фундаментальные исследования в области использования альтернативных и возобновляемых источников энергии», исключения дублирования близких по тематике работ, рационального учета и использования научного оборудования).

II. АППАРАТ УПРАВЛЕНИЯ, в том числе: Дирекция, Главные специалисты, Канцелярия, Бухгалтерия, Финансово-экономический отдел, Группа нефинансовых активов, Отдел кадров, Юридическая служба, Отдел земельно-имущественных и арендных отно-



шений, Отдел материально-технического снабжения, Служба по спецработе и гражданской обороне, Отдел охраны труда и техники безопасности, Общий отдел

III. НАУЧНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ, в том числе: Отдел инициативных прикладных исследований и разработок, Научно-организационный отдел, Патентный отдел, Научный архив

IV. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ, в том числе: Инженерно-технический персонал, Участок по наладке и ремонту оборудования, Группа по обслуживанию и ремонту внутренних коммунальных систем, Группа по обслуживанию зданий, Транспортная группа, Группа по уборке и охране.

### 3. Научно-исследовательская инфраструктура

Научное оборудование Института объединено в «Российский центр коллективного пользования по исследованию наночастиц, наноструктур, нанокompозитов» (ЦКН ННН).. Центр коллективного пользования образован Приказом директора ИХС РАН от 22.04.2004 г. № 46 на базе научных структурных подразделений Института; действующее Положение о ЦКН ППП утверждено 23.01.2015 г. Центр коллективного пользования зарегистрирован в реестре «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации», сайт: <http://www.ckp-rf.ru/>, № 3077

Комплекс оборудования Института обеспечивает получение (синтез) материалов, исследование их структуры современными методами физико-химического анализа и испытания служебных свойств.

В 2013 – 2015 гг. на обновление приборного парка, закупку химических реактивов и расходных материалов, оргтехники и лабораторной мебели Институту было истрчено 24 001 861 (двадцать четыре миллиона одна тысяча восемьсот шестьдесят один) руб., в том числе по годам:

2013 г. – 12 022 008 руб., из них: научное оборудование – 65 %, химические реактивы и расходные материалы – 15%, лабораторная мебель – 14 %, оргтехника – 6%;

2014 г. – 4 826 046 руб., из них: научное оборудование - 57 %, химические реактивы и расходные материалы – 12%, лабораторная мебель – 16 %, оргтехника – 15%;

2015 г. – 7 153 807 руб., из них: научное оборудование – 61 %, химические реактивы и расходные материалы – 25%, лабораторная мебель – 1 %, оргтехника – 13%.

На начало 2016 г. Центр коллективного пользования Институте включал несколько высококлассных особо ценных приборов, например: Монокристалльный дифрактометр Smart Apex II Bruker, Германия для определения кристаллических структур на монокристаллах; Порошковый дифрактометр D8-Advance Bruker для рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа порошков, пленок, монолитов; Калориметрический комплекс «Netzsch», состоящий из дифференциального термоанализатора, масс-спектрометра и dilatометра для исследования термического поведения вещества, процессов образования и определения состава наноразмерных частиц, определения коэффициентов теплового



расширения вещества; Атомно-сорбционный спектрофотометр ICE 3300 «ThermoScientific», USA для количественного определения элементного состава; Зондовая нанолaborатория «ИНТЕГРА Прима» для атомно-силовой сканирующей зондовой микроскопии; Microtrac Nanotrac ULTRA, USA для спектрального метода определения размеров частиц в растворе; Реактор Andorra 60ml, Производитель Premex Reactor AG, Швейцария для синтеза при изотермических и изобарических условиях; Вибрационная микромельница Fritsch PULVERISETTE для тонкого измельчения лабораторных проб сухого материала или твердого материала в виде суспензии и гомогенизации эмульсий или паст и т.д.

Центр коллективного пользования Института включает более 40 лабораторных высокотемпературных печей для получения (синтеза) стекломатериалов, керамики, композиционных материалов и исследования их высокотемпературной стабильности.

**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**

ИХС РАН является ведущим научным центром Северо-Запада России и одним из лидеров в мире в области фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований и разработок по физикохимии и технологии неорганических и композиционных материалов.

Ведущая научная школа академика В.Я. Шевченко «Структурная химия наносостояния. Исследование закономерностей образования химического вещества» вошла в реестр ведущих научных и научно-педагогических школ Санкт-Петербурга (Распоряжение Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга от 13.12.2013 г. № 99).

На базе ИХС РАН под председательством академика В.Я. Шевченко работает Научный объединенный совет по химическим наукам СПб НЦ РАН, объединяющий ведущих ученых-химиков академических, учебных и отраслевых институтов Северо-Западного региона России. Научным объединенным советом проведена научно-техническая экспертиза состояния полигона «Красный Бор» по захоронению промышленных токсичных отходов



предприятий Санкт-Петербурга и Ленинградской области с целью выработки рекомендаций по экстренным и долгосрочным мероприятиям и представления их Губернатору Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко.

На базе ИХС РАН под председательством академика В.Я. Шевченко работает Экспертный совет по премии Правительства Санкт-Петербурга и СПб НЦ РАН имени Д.И. Менделеева за выдающиеся научные результаты в области науки и техники, номинация: «химические науки» (премия присуждается ежегодно к Дню города).

Анализ состояния и перспективных направлений развития химической науки и технологии в Санкт-Петербурге выполнен коллективом авторов под редакцией академика В.Я. Шевченко в издании:

Перспективные направления развития науки в Санкт-Петербурге / СПб.: Изд-во ИП Пермяков С.А., 2015.-543 с. - ISBN 978-5-9631-0333-3. Тираж 500 экз. Гриф: ФАНО России, СПб НЦ РАН. / Глава № 4. Перспективы развития фундаментальных исследований в области химии. С. 163-198

Институтом организована и проведена Региональная конференция – научная школа молодых ученых для научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений «Инновационно-технологическое сотрудничество в области химии для развития Северо-Западного региона России (Инно-Тех-2015), 22-23 октября 2015 г.

Разработанные Институтом биоактивные эпоксититанатные золь-гель покрытия для защиты каменных поверхностей проходят долговременные полевые испытания в Некрополе XVIII века Александро-Невской лавры, Санкт-Петербург (защитные покрытия нанесены на памятники культурного наследия). Полевые испытания свидетельствуют о перспективности использования покрытий Института для защиты каменных памятников культурного наследия от биологических повреждений. Данная разработка Института была отмечена средствами массовой информации Санкт-Петербурга, в том числе: газета «Санкт-Петербургские ведомости», 17.12.2014 г., «В монастырь со своим составом» ([http://spbvedomosti.ru/news/gorod/v\\_monastyr\\_so\\_nbsp\\_svoim\\_sostavom/](http://spbvedomosti.ru/news/gorod/v_monastyr_so_nbsp_svoim_sostavom/)); газета «Русский репортер», 18.12.2014 г. (<http://expert.ru/2014/12/26/olga-alekseevna-shilova-vot-nedavno-podavali-na-granty---pachku-bumagi-ispisali/>) и др.

В отчетный период Институтом выполнен ряд научно-исследовательских работ для предприятий Санкт-Петербурга, в том числе: разработка стеклокерамических покрытий для увеличения срока службы рентгеновских трубок до 20% для ЗАО «Светлана-Рентген»; разработка наноразмерных силикатные пленок для газовых металлооксидных сенсоров для ЗАО «Авангард-Микросенсор; совершенствование рецептуры смазочных композиций Эпилам для ООО «Автостанкопром» и др.

## **8. Стратегическое развитие научной организации**

Основные долгосрочные партнеры ИХС РАН представлены по группам: «Высшие учебные заведения», «Академические организации, подведомственные ФАНО России»,



«Международные партнеры», «Научные организации стран СНГ», «Организации реального сектора экономики».

#### ВЫСШИЕ УЧЕБНЫЕ ЗАВЕДЕНИЯ

– ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»). Договор о сотрудничестве от 28 января 2011 г № 25 на подготовку специалистов. Договора на проведение практики студентов от 20.05.2014 г. № Т-91, от 10.06.2014 г. № Т-161, от 09.06.2015 г. № Е-187. В СПбГЭТУ «ЛЭТИ» работает базовая кафедра ИХС РАН «Наноматериалы и нанотехнологии в радиоэлектронике» (приказ ректора от 04.10.2010 г. № 1772 об образовании базовой кафедры в составе факультета радиотехники и телекоммуникаций)/

– ФГАОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП). В ГУАП работает базовая кафедра ИХС РАН «Наноматериалы в электромеханических и электротехнических системах» в ИХС РАН. (Приказ ректора от 04.04.2012 г. № 01-90/12 о переименовании базовой кафедры электромеханики и электроэнергетических систем ГУАП в ИХС РАН).

– ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» (СПб ГТИ (ТУ)). Договор от 28 января 2011 г. № 25 о совместной деятельности по обеспечению подготовки кадров, приложения 2013-2914 гг., договора на проведение практики студентов ( № 01-04 от 19 января 2015г., № 02-04 от 19 января 2015г.). В СПбГТУ(ТИ) работает базовая кафедра ИХС РАН «Химии, физики и биологии наноразмерного состояния» (протокол Учёного совета СПб ГТИ (ТУ) от 25.11.2014 г. № 14).

– ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина», г. Москва. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 18 июня 2014 г. на тему: «Осуществление и организация научно-исследовательской деятельности по актуальным проблемам каталитической переработки газового сырья для производства продуктов нефтехимии».

– ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет», г. Самара. Договор о научно-техническом сотрудничестве от 30 мая 2015 г. на тему: «Построение математической модели наносостояния материи, построение структурных моделей нанокластеров, реализующихся в веществах различной природы, поиск нанокластеров и фундаментальных конфигураций атомов в интерметаллидах, построение структурных моделей и синтез новых цеолитных материалов».

– ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет» (ВолгГТУ), г. Волгоград. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 17 сентября 2014 г. на тему « Синтез новых неорганических веществ. Исследование структуры и свойств высокотемпературных оксидных соединений. Разработка новых принципов и методов создания новых материалов и химических продуктов с улучшенными свойствами (стекло и стекломатериалы, керамика, защитные и функциональные покрытия)».



– ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарева», Республика Мордовия, г. Саранск. Договор № 1 на оказание информационно-консультационных услуг от 6 декабря 2013 г. на тему «Освоение методики эксперимента и интерпретации результатов малоуглового рассеяния рентгеновского излучения».

– ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (НИУ ИТМО). Соглашение о сотрудничестве от 01.10 2012г. в сфере научной и инновационной деятельности по поисковым и прикладным исследованиям для создания научной продукции, в сфере образовательных программ и новых образовательных технологий, совместного участия в общероссийских и международных программах в области науки и образования.

– Санкт-Петербургский государственный университет. Дополнительное соглашение № 1 к соглашению №С-РЦ-16/10 от 25.11.2014 г. о выполнении совместной научно-исследовательской работы от 15 октября 2015 г. на тему «Исследование боратов и боросиликатов методами рентгенофазового и рентгеноструктурного анализов и терморентгенографии».

#### АКАДЕМИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ПОДВЕДОМСТВЕННЫЕ ФАНО РОССИИ

– Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ЯНЦ СО РАН), г. Якутск. Договор о научно-техническом сотрудничестве от 3 августа 2015 г. на тему «Повышение эффективности используемых в северных условиях материалов и техники, разработка новых материалов, адаптированных к северным и арктическим условиям».

– Институт химии Коми НЦ УрО РАН, Республика Коми, г. Сыктывкар. Соглашение о сотрудничестве от 17 ноября 2013 г. на тему «Развитие совместных фундаментальных и прикладных исследований в области создания материалов с использованием микро-и наночастиц оксидов и гидросиликатов металлов, полученных золь-гель и гидротермальными методами».

– Институт высокомолекулярных соединений РАН, г. Санкт-Петербург. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 28 ноября 2014 г. на тему «Развитие фундаментальных и прикладных исследований в области создания полимер-неорганических композиционных материалов с использованием микро- и наночастиц, полученных гидротермальными методами».

– Институт Физико-Технических Проблем Севера имени В.П. Ларионова СО РАН (ФГБУН ИФТПС СО РАН), г. Якутск. Договор о научно-техническом сотрудничестве от 15 октября 2015 г. на тему «Разработка и комплексные климатические испытания многофункциональных покрытия в условиях атмосферы арктического климата».

#### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАРТНЕРЫ

– Европейское керамическое общество – European Ceramic Society (ECerS), объединяющее национальные керамические организации 27 стран Европы (сайт: <http://ecers.org/>). В соответствии с Уставом Европейского керамического общества (Statute of European



Ceramic Society) ИХС РАН представляет Россию через Российское керамическое общество, председателем которого является академик В.Я. Шевченко;

– Международная комиссия по стеклу – International Commission on Glass (ICG), объединяющая 37 национальных организаций в области науки и технологии стекла (сайт: <http://www.icglass.org/>). В соответствии с Уставом Международной комиссии по стеклу (Constitution of the International Commission on Glass) ИХС РАН представляет Россию через Национальную комиссию по стеклу России, председателем которого является академик В.Я. Шевченко;

– Мировой форум исследовательских материаловедческих институтов «World Materials Research Institute Forum» (WMRIF), объединяющий 52 материаловедческих института мира (сайт: <http://wmrif.bam.de/>). ИХС РАН – член Мирового форума.

– Отделение медицины окружающей среды и контроля за инфекционными заболеваниями Норвегии, Норвежский Институт общественного здравоохранения, Осло, Норвегия. Соглашение о сотрудничестве от 14 октября 2015 г.

– Институт физики Вроцловского Технологического университета, Польша. Соглашение о научно-исследовательском сотрудничестве от 19.10.2012 г.

– Лейпцигский университет, Германия. Соглашение о научно-исследовательском сотрудничестве от 01.09.2014 г.

– Институт общей и неорганической химии НАН Белоруссии. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 25.10.2013 г.

УО Гомельский государственный университет им. Ф Скорины, Республика Беларусь. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 18 ноября 2014 г.;

– Донецкий национальный университет. Программа сотрудничества по проекту от 20 мая 2013 г.

– Международная компания VISION DEVELOPMENT Co, Ltd., Япония. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 04.04.2016 г. и договор от 22.08.2016 г. на подачу совместной заявки на выдачу патента РФ на разработанное ИХС изобретение (разработка и исследование экологически безопасных покрытий для защиты от биодеструкции и биообрастания различных конструкций и сооружений из разных материалов, в т.ч. плавсредств; разработка и исследование композиций на основе кремнезольей и детонационного наноалмаза для обработки посевного материала с целью повышения ростовых характеристик семян).

#### НАУЧНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРАН СНГ

– Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси (ИОНХ НАН Беларуси), г. Минск. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 25 октября 2013 г. по разработке инновационных проектов «Золь-гель синтез», «Керамические технологии», «Защитные и функциональные пленки и покрытия», Модификация поверхностей материалов», «Использование различных неорганических веществ, в том



числе природных материалов для модификации составов и улучшения физико-химических, механических и термических свойств композиционных стеклокерамических материалов».

– Государственное научное учреждение «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси» г. Минск. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 18 ноября 2014 г. на тему: «Синтез новых неорганических материалов».

– Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии» Национальной академии наук Беларуси, г. Минск. Договор о научно-техническом сотрудничестве на тему: «Создание материалов с топологией трижды периодической поверхности минимальной энергии (ТППМЭ) и использованием современных технологий».

– Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь. Договор о научно-техническом сотрудничестве от 09.12.2014 г. на тему «Решение задач в области золь-гель синтеза функциональных материалов, керамических технологий, защитных и функциональных пленок и покрытий, модификации поверхностей материалов, предназначенных для применения в различных отраслях науки и техники».

– Донецкий национальный университет Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, г. Донецк. Соглашение о научном сотрудничестве от 20 мая 2013 г. на тему «Синтез и исследование структуры и физико-химических свойств эпоксидно-полисилоксановых нанокомпозитов».

– Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» (НТУ «ХПИ»), г. Харьков, Украина. Договор о совместной деятельности от 18 апреля 2012 г. по совместным исследованиям «Золь-гель синтез, «Керамические технологии», «Защитные и функциональные пленки и покрытия», «Модификация поверхностей материалов».

#### ОРГАНИЗАЦИИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

– ЗАО «Научные приборы», г. Санкт-Петербург. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 20.10.2014 г. на тему: «Синтез новых неорганических веществ».

– ФГУП «Производственное объединение «Маяк», г. Озёрск. Соглашение о сотрудничестве от 20 сентября 2015 г. на тему: «Проведение научно-исследовательских работ в области создания технологий и выпуска гражданской продукции с заданными характеристиками».

– ФГУП «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства, Ленинградская область, Всеволожский район. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 27 февраля 2015 г. на тему: «Проведение фундаментальных и прикладных исследований в области изучения воздействия микро- и наночастиц, полученных гидротермальными методами, на живой организм и окружающую среду».

– ООО «Форвардэнерго» г. Санкт-Петербург. Соглашение о сотрудничестве на тему «Междисциплинарные исследования, объединяющие и усиливающие традиционные





приоритетные направления в области медицины и фармацевтики, энергоэффективности и энергосбережения».

– ООО «ЭлектроЭир», г. Санкт-Петербург. Договор на проведение совместных научно-исследовательских работ от 10.03.2015 г. № 160-15 на тему «Совместные научно-исследовательские работы, направленные на создание лабораторного образца нового электро-механического реактивного регулируемого преобразователя на основе вентильно-индукторного двигателя, электронного коммутатора и электронной системы управления».

– ООО «Автостанкопром», г. Санкт-Петербург. Соглашение о сотрудничестве и совместной деятельности от 22 июня 2015 г. на тему «Проведение испытаний покрытия и полимерных композиций»Эпилам», проведения исследовательских, опытно-экспериментальных и научно-изыскательных работ в области применения технологии эпиламирования(многофункциональные защитные пленки Эпилам)».

## **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**

– Академик В.Я. Шевченко – привилегированный член Мировой академии керамики – World Academy of Ceramics (Charter Member);

– Академик В.Я.Шевченко – почетный член Европейского керамического общества (Fellow of ECerS) – диплом вручен 14.06.2015 в Толедо, Испания. Академик В.Я. Шевченко – первый российский ученый, удостоенный этого звания.

– ИХС РАН представляет Россию в Европейском керамическом обществе – European Ceramic Society (ECerS), объединяющем национальные керамические организации 27 стран Европы (сайт: <http://ecers.org/>). В соответствии с Уставом Европейского керамического общества (Statute of European Ceramic Society) ИХС РАН представляет Россию через Российское керамическое общество, председателем которого является академик В.Я. Шевченко;

– ИХС РАН представляет Россию в Международной комиссии по стеклу – International Commission on Glass (ICG), объединяющей 37 национальных организаций в области науки и технологии стекла (сайт: <http://www.icglass.org/>). В соответствии с Уставом Международной комиссии по стеклу (Constitution of the International Commission on Glass) ИХС РАН представляет Россию через Национальную комиссию по стеклу России, председателем которого является академик В.Я. Шевченко;

– ИХС РАН – член Мирового форума исследовательских материаловедческих институтов «World Materials Research Institute Forum» (WMRIF), объединяющего 52 материаловедческих института мира (сайт: <http://wmrif.bam.de/>). Академик В.Я.Шевченко – член международной конкурсной комиссии. Молодые специалисты Института принимают участие в международных конкурсах материаловедческих научных работ WMRIF.



В 2015 г. молодые специалисты Института:

– Провели фундаментальные исследования стекол в Европейском центре синхротронного излучения ESRF, Гренобль, Франция по проекту «Создание и исследование физико-химических свойств новых биоактивных боросиликатных и алюмосиликатных стекол с перспективой использования в медицине для эндопротезирования» (2 чел.);

– Приняли участие в работе 7-ой Международной молодежной научной школы «7th ICG Summer School workshop for new researchers in glass science and surface and thin film technology», Франция, 06-10 июля 2015 г. (1 чел.);

– Приняли участие в работе Международной молодежной научной школы «São Paulo Advanced School on Glasses and Glass-ceramics», Бразилия, г. Сан-Карлос (штат Сан-Пауло), 01-09 августа 2015 г. (2 чел). Финансовая поддержка обеспечивалась Фондом Исследований Сан Пауло (FAPESP), Отделением материаловедения (DEMa-UFSCar), Институтом физики (IFSC)-USP, Бразилия и крупным производителем стеклянной продукции «Оуэнс-Иллинойс», США. На участие в Высшей школе было подано несколько сотен заявок со всего мира. Тот факт, что сразу два молодых специалиста ИХС РАН прошли жесткий конкурсный отбор и получили полный грант, покрывающий все расходы, говорит о высоком уровне исследований, проводимых Институтом в области структуры и свойств стекол. По результатам конкурсного отбора в работе школы приняло участие более 100 молодых специалистов из 19 стран.

**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**

В 2013-2015 гг. Институт выполнял ряд проектов по международным программам, в том числе:

1. Программа международного сотрудничества между Российской академией наук и Польской академией наук (The Inter Academic Cooperation Program) – безвалютный обмен;

Название темы (проекта): «Ferroelectric, magnetic and optical nanocomposite materials on basis of porous glasses» («Сегнетоэлектрические, магнитные и оптические нанокompозитные материалы на основе пористых стекол»);

Наименование международной программы / проекта: Проект «Ferroelectric, magnetic and optical nanocomposite materials on basis of porous glasses» («Сегнетоэлектрические, магнитные и оптические нанокompозитные материалы на основе пористых стекол») является продолжением выполненного ранее совместного проекта «Porous magnetic glasses



and composite multiferroic materials on their basis» (the Inter Academic Cooperation Program 2012/2013, theme 61);

Соглашение о научно-исследовательском сотрудничестве от 19.10.2012 г.;

Начало проекта 26.09.2013 г.;

Участники-соисполнители международного проекта: ИХС РАН, Россия и Институт физики Вроцловского Технологического университета, Польша;

Сроки реализации международного проекта: 2014-2016 гг.;

Описание полученных результатов: Синтезированы новые композиционные гетерогенные мультиферроики путем внедрения триглицинсульфата (TGS) в ферромагнитные матрицы из железосодержащих нанопористых стекол. Продолжены исследования магнитных и электрических свойств базовых матриц и нанокомпозитов с разными сегнетоэлектрическими фазами. Фазовые переходы внедренного сегнетоэлектрика наблюдались вместе с петлями магнитного гистерезиса как неопровержимое доказательство одновременного магнитного и электрического упорядочения в синтезированных материалах. При магнитных измерениях зарегистрирован переход Вервея в магнетите, содержащемся в каркасе матриц. В 2015 году вышло из печати три совместных публикации (1 – в журнале, индексируемом в системе Web of Science и 2 – тезисы докладов на Международных научных конференциях).

2. Наименование международной программы / проекта: Соглашение о научно-исследовательском сотрудничестве от 01.09.2014 г. «Фундаментальные принципы технологии, создания и исследования пористых стекол и материалов»;

Организатор международной программы / проекта: Российская академия наук и Лейпцигский университет;

Название темы (проекта): Фундаментальные принципы технологии, создания и исследования пористых стекол и материалов;

Участники-соисполнители международной программы / проекта: ИХС РАН, Россия и Лейпцигский университет, Германия;

Сроки реализации международной программы / проекта: С 01.09.2014 г. с последующей пролонгацией;

Описание полученных результатов: В рамках сотрудничества определены направления исследований, подготовлены образцы нанопористых стёкол с диапазоном пор от 2 нм до 50 нм для физико-химических исследований соисполнителями.

3. Наименование международной программы / проекта: Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 25.10.2013 г. по теме «Синтез и исследование композиционных материалов и покрытий, модифицированных волокнами диоксида циркония»;

Организатор международной программы / проекта: ИХС РАН, Россия и Институт общей и неорганической химии НАН Белоруссии;

Название темы (проекта): Синтез и исследование композиционных материалов и покрытий, модифицированных волокнами диоксида циркония;



Сроки реализации международной программы / проекта: 2013-2015 гг.;

Описание полученных результатов: В рамках соглашения, темплатным методом синтезированы волокна оксидов  $Al_2O_3$  и  $ZrO_2$  (ИОНХ НАН Белоруссии), которые использованы для модификации температуроустойчивых материалов и покрытий (ИХС РАН). Изучена жаростойкость полученных новых стеклокерамических материалов в системах кремний-бор-борид циркония-оксид циркония. При исследовании кинетики окисления образцов графита с покрытиями, модифицированными диоксидом циркония, установлено отсутствие выгорания графита. При испытании образцов графита с покрытиями при 1000 и 1300 °С в течение 90 мин наблюдается привес не превышающий 2 мг/см<sup>2</sup>. Минимальное значение пористости (0,2%) образцов наблюдается при термообработке при 1300 °С в течение 90 мин. Величина удельного электросопротивления образцов графита с покрытиями при 25 °С достигает 105 Ом•см, а при 800 °С понижается до 103 Ом•см. Установлено, что введение волокон диоксида циркония способствует высокой термостойкости и приводит к уменьшению стоимости материала покрытия.

4. Наименование международной программы / проекта: Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 18 ноября 2014 г.;

Организатор международной программы: Российская академия наук и Национальная академия наук Беларуси;

Название темы (проекта): Решение задач в области золь-гель синтеза функциональных материалов;

Участники-соисполнители международной программы / проекта: ИХС РАН, Россия и УО Гомельский государственный университет им. Ф Скорины;

Сроки реализации международной программы / проекта: 2014-2019 гг.;

Описание полученных результатов: Разработана методика синтеза гибридных золь-гель покрытий на основе соединений кремния и титана, и исследованы их физико-химические свойства. Подготовлены совместные доклады на международные конференции 2016 г.

5. Наименование международной программы / проекта: Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 14.10.2015 г.;

Организатор международной программы / проекта: Российская академия наук и Отделение медицины окружающей среды и контроля за инфекционными заболеваниями Норвегии;

Название темы (проекта): Изучение воздействия наночастиц и наноматериалов на здоровье населения и на окружающую среду;

Участники-соисполнители международной программы / проекта: ИХС РАН, Россия и Норвежский институт общественного здравоохранения;

Сроки реализации международной программы / проекта: 2015-2018 гг.;

Описание полученных результатов: Проведён совместный научный семинар в ИХС РАН 18 мая 2015г., определены базовые темы сотрудничества, в рамках которых разрабо-



тана методика синтеза гидросиликатных нанотрубок различной размерности и химического состава. Проведены работы по направленному изучению воздействия наночастиц и наноматериалов (на примере гидросиликатных нанотрубок различного состава и размерных параметров) на здоровье населения и на окружающую среду. Установлено, что в отличие от углеродных нанотрубок и наночастиц Si10 (сферической морфологии), синтетические гидросиликатные нанотрубки Mg- и Ni-хризотила практически не оказывают влияния на жизнеспособность клеток (на примере клеток НВЕСЗ-КТи РМА-ТНР-1).

6. Наименование международной программы / проекта: Программа сотрудничества по проекту от 20 мая 2013 г.;

Организатор международной программы / проекта: Российская академия наук и Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины;

Название темы (проекта): Получение эпоксидно-кремнийоксидных композитов золь-гель методом и исследование их свойств;

Участники-соисполнители международной программы / проекта: ИХС РАН, Россия и Донецкий национальный университет;

Сроки реализации международной программы / проекта: 2013-2014 гг.;

Описание полученных результатов: Частично проведены исследования эпоксидно-кремнийоксидных композитов катионной полимеризации, ангидридного и аминного отверждения.

## **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**

Институт проводит научные исследования по четырем направлениям фундаментальных исследований «Программы фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы», раздел V «Химические науки и науки о материалах», в том числе:

- Направление № 44. Фундаментальные основы химии;
- Направление № 45. Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов;
- 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;

- Направление № 47. Химические проблемы получения и преобразования энергии, фундаментальные исследования в области использования альтернативных и возобновляемых источников энергии.

В рамках Программы фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы», направления № 44, 45, 46,47 Институт в соответствии с Уставом (утвержден Приказом ФАНО России от 12.12.2014 г. № 1275) проводит фундаментальные, поисковые и прикладные научные исследования по следующим направлениям:

- Наночастицы, наноматериалы и нанокомпозиты на основе оксидных и гидроксидных соединений;
- Стеклообразное состояние вещества;
- Природа химической связи в неорганических соединениях;
- Синтез новых неорганических веществ. Исследование структуры и свойств высокотемпературных оксидных соединений. Фазовые равновесия в оксидных системах;
- Разработка новых принципов и методов создания новых материалов и химических продуктов с улучшенными свойствами (стекло и стекломатериалы, керамика, защитные и функциональные покрытия);
- Химическая энергетика и экология.

В 2013-2015 гг. по научным направлениям Института получены следующие основные результаты (не более 3 результатов), научные публикации, монографии или зарегистрированные результаты интеллектуальной деятельности (не более 5), в том числе по направлениям Института:

-----  
 Научное направление Института: «НАНОЧАСТИЦЫ, НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДНЫХ И ГИДРОКСИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»:

1. Впервые установлены 58 топологических типов кластеров-полимеров  $\text{Si}_n(\text{O},\text{C})_m$  с мостиковыми связями Si-O-Si на основании геометрического и топологического анализа 884 кристаллических структур органосилоксанов из Кембриджской базы структурных данных CSD. Показано, что наибольшее число кристаллических структур содержит 2Т-цепочки  $\text{Si}_2(\text{O},\text{C})_7$  (571 соединение), сдвоенные 4Т-кольца  $\text{Si}_8(\text{O},\text{C})_{20}$  (89 соединений), моноциклические 4Т-кольца  $\text{Si}_4(\text{O},\text{C})_{12}$  (77 соединений), 3Т-кольца  $\text{Si}_3(\text{O},\text{C})_9$  (50 соединений) и 3Т-цепочки  $\text{Si}_3(\text{O},\text{C})_{10}$  (41 соединение).

Установлена верхняя граница сложности строения  $\text{Si}_n(\text{O},\text{C})_m$  кластеров по значению степени полимеризации:  $n=21$ . Полимеры с большими значениями  $n=12, 16, 18, 20$  и 21 представляют собой трубчатые супракластеры с иерархической структурой. Такая классификация значительно облегчает выбор органосилоксанов для практических задач.

2. Смоделирована самоорганизация кристаллических структур практически важных семейств  $\text{WA}_{12}(\text{Im}-3, \text{cI}26)$  и силленита  $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$  (I23, cI66). Кластер-прекурсор кри-



сталлической структуры  $WAl_{12}$  представляет собой икосаэдр из 12 атомов Al с атомом W в центре. В кластере-прекурсор кристаллической структуры  $Bi_{12}SiO_{20}$  расположение 32 атомов в оболочке нанокластера  $Bi_{12}SiO_{20}$  соответствует икосаэдрическому кластеру Бергмана: 12 вершин икосаэдра занимают атомы Bi, над и под центрами 20 граней икосаэдра расположены атомы кислорода, из которых четыре также связаны с атомом Si, расположенным в центре кластера. Таким образом, впервые в силикатном минерале обнаружены атомные конфигурации, характерные для квазикристаллов, что имеет важное фундаментально-прикладное значение.

3. С использованием впервые разработанных теоретико-информационных параметров проведено количественное исследование сложности всех кристаллических структур, данные по которым содержатся в международной базе Inorganic Crystal Structure Database (ICSD; более 143 000 наборов структурных данных). Построена классификация кристаллических структур неорганических соединений на основе параметра количества информации на элементарную ячейку и выявлены механизмы генерации сложности в неорганических кристаллических материалах.

Публикации, монографии или зарегистрированные РИД (не более 5):

1. Book: Science of Crystal Structures. Highlights in Crystallography / Editors: I. Hargittai, B. Hargittai. Springer. 2015. – 335 p. ISBN 978-3-319-19827-9.

(<http://www.springer.com/la/book/9783319198262>). Сборник избранных трудов в области структурной химии за последние 25 лет, в который вошли 4 главы академика В.Я. Шевченко: (1) V.Ya. Shevchenko, A.E. Madison, and A.L. Mackay. A Generalized Model for the Shell Structure of Icosahedral Viruses, P. 113-116; (2) V.Ya. Shevchenko, V.A. Blatov, and G.D. Ilyushin. Intermetallic Compounds of the  $NaCd_2$  Family Perceived as Assemblies of Nanoclusters, P. 117-124; (3) V.Ya. Shevchenko and S.V. Krivovichev Where Are Genes in Paulingite? Mathematical Principles of Formation of Inorganic Materials on the Atomic Level. P. 291-297; (4) V.Ya. Shevchenko. What Is a Chemical Substance and How Is It Formed? P. 309-321.

2. Шевченко В.Я., Жижин Г.В., Маккей А.Л. О структуре квазикристаллов в пространстве высшей размерности // Изв. РАН. Серия химическая. 2013. № 2. С.269-274 [Shevchenko, V. Ya.; Zhizhin, G. V.; Mackay, A. L. On the structure of quasi-crystals in the higher-dimensional space // RUSSIAN CHEMICAL BULLETIN. 2013. Том: 62. Выпуск: 2. Стр.: 265-269]. DOI: 10.1007/s11172-013-0039-8. Web of Science, WOS:000328852300002.

3. Шевченко В.Я., Блатов В.А, Илюшин Г.Д. Новые типы двухслойных нанокластеров с икосаэдрическим ядром // ФХС. 2013. Т.39. №.3. С. 345-351 [Shevchenko V.Ya; Blatov V. A.; Ilyushin G. D. New types of two-layer nanoclusters with an icosahedral core // GLASS PHYSICS AND CHEMISTRY. 2013. Том: 39. Выпуск: 3. Стр.: 229-234]. DOI: 10.1134/S1087659613030188. Web of Science, WOS:000320457000001.

4. Шевченко В.Я., Блатов В.А., Илюшин Г.Д. Структурная химия органосилаксанов: состав и строение кластеров  $Si_n(O,C)_m$  ( $n=2-21$ ) с мостиковыми связями Si–O–Si // Физ.



и хим. стекла. 2014. Т.40. № 2. С. 234-243 [Shevchenko, V. Ya.; Blatov, V. A.; Ilyushin, G. D. Structural chemistry of organo-siloxanes: Composition and structure of Si (n) (O,C) (m) (n=2-21) clusters with Si-O-Si bridging bonds // GLASS PHYSICS AND CHEMISTRY. 2014. Том: 40. Выпуск: 2. Стр.: 180-189]. DOI: 10.1134/S1087659614020205. Web of Science, WOS:000334495500009.

5. Krivovichev S. V.; Mentre O.; Siidra O. I.; Colmont M.; Filatov S. K. Anion-Centered Tetrahedra in Inorganic Compounds // CHEMICAL REVIEWS. 2013. Volume: 113. Issue: 8. Pages: 6459-6535. DOI: 10.1021/cr3004696. Impact Factor: 37.369. Web of Science, WOS:000323301200013.

-----  
 Научное направление Института: «СТЕКЛООБРАЗНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА»:

1. С целью создания волоконных световодов с лазерной генерацией в спектральных диапазонах 1.3-1.5 и 1.6-1.8 мкм, недоступных для традиционных материалов с РЗЭ ионами, разработана химическая технология и впервые на основе силикатных матриц из пористого стекла получены кварцoidные висмут-содержащие композиционные материалы, обладающие люминесценцией в спектральном диапазоне от видимой до ближней ИК области. Люминесценция обусловлена формированием активных центров висмута  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Bi}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^0$  путем варьирования концентрации пропитывающего раствора  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , атмосферы и температурно-временного режима спекания. Преимущество метода – возможность направленно осуществлять стабилизацию висмутовых центров с заданной степенью окисления в наноразмерных порах, избегая эффектов кластеризации и концентрационного тушения.

2. Показано, что переход от высокощелочных стекол, содержащих более 25 мол. %  $\text{Me}_2\text{O}$ , в структуру которых доминируют мета и диборатные надструктурные единицы, к стеклам, содержащим менее 15 мол. %  $\text{Me}_2\text{O}$ , где присутствуют боркосолевые и пентаборатные кольца, степень ионности связи металл-кислород увеличивается от 0.55 до 0.73 ( $\text{M}=\text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$ ). Установлено, что натриевоборосиликатные стекла, содержащие более 50 мол.%  $\text{SiO}_2$ , склонны к ликвации, если количество данбуритовых и ридмерджнеритовых колец в них не превышает 15-20 %.

3. При исследовании кинетики зарождения и роста кристаллов дисиликата натрия и метасиликата натрия в стеклах системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  установлено: как и у исследованных ранее кристаллов дисиликата лития и метасиликата лития в стеклах системы  $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ ,  $\text{PbS}$  в стеклах системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{SiO}_2$  – размеры критических зародышей кристаллов дисиликата натрия и метасиликата натрия близки или  $\sim 1.5$  раза больше размеров элементарной ячейки  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ . Сравнение размеров критических зародышей с размерами элементарных ячеек ди- и метасиликата натрия позволяет сделать вывод о том, что для того, чтобы реализовалось зарождение кристалла на критическом зародыше, достаточно чтобы размер критического зародыша был равен одной – двум элементарным ячейкам 7-15Å.





Публикации, монографии или зарегистрированные РИД (не более 5):

1. Cizman A.; Antropova T.; Anfimova I.; Drozdova I.; Rysiakiewicz-Pasek E.; Radojewska E. B.; Poprawski R. Size-driven ferroelectric-paraelectric phase transition in TGS nanocomposites // JOURNAL OF NANOPARTICLE RESEARCH. Том: 15. Выпуск: 8. Номер статьи: UNSP 1807. DOI: 10.1007/s11051-013-1807-y. Web of Science, WOS:000322593200008.

2. Yuritsyn N.S. Influence of preformed nuclei on crystal nucleation kinetics in soda-lime-silica glass // JOURNAL OF NON-CRYSTALLINE SOLIDS. Том: 427. Стр.: 139-145. DOI: 10.1016/j.jnoncrysol.2015.07.038. Опубл.: NOV 1 2015. Web of Science, WOS:000362135500020.

3. Патент РФ на изобретение № 2540754 «Способ получения высококремнеземного пористого стекла с магнитными свойствами». Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 22 декабря 2014 г. Опубликовано: 10.02.2015 Бюл. № 4.

4. Патент РФ на изобретение № 2540751 «Способ получения пористого стекла». Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 22 декабря 2014 г. Опубликовано: 10.02.2015 Бюл. № 4.

5. Патент РФ на изобретение № 2482058 «Способ получения монолитного кварцевого стекла». Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 20.05.2013 г. Опубликовано: 20.05.2013 Бюл. № 14.

-----  
 Научное направление Института: «ПРИРОДА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ»:

Основные научные результаты (не более 3):

1. По результатам 20-летних систематических исследований в области высокотемпературной кристаллохимии боратов на основании результатов определения главных значений тензора термического расширения порядка 60 боратов и 20 боросиликатов выявлены и проанализированы основные факторы резкой анизотропии деформаций кислородных соединений: (1) изменение углов кристаллической решетки моноклинных и триклинных кристаллов; (2) наличие в структуре соединений плоских радикалов – кислотных остатков; (3) наличие в структуре жестких групп из этих радикалов. Силикатам и их аналогам присущ первый фактор, карбонатам и нитратам – первый и второй, боратам – все три.

2. Выполнены кристаллохимические и физико-химические исследования в широком интервале температур перспективных для практических приложений материалов (боратов, боросиликатов и силикатов) и получены следующие результаты:

– Обнаружено 3 новых бората –  $\text{Ba}_3\text{Bi}_2(\text{BO}_3)_4$ ,  $\text{Li}_3\text{B}_{11}\text{O}_{18}$  полиморф  $\beta\text{-CsLiB}_6\text{O}_{10}$  – и новый низкотемпературный полиморф боросиликата  $\text{Ca}_3\text{B}_2\text{SiO}_8$ .

– По данным монокристалльного рентгеноструктурного анализа расшифрованы 7 структур – бораты ( $\text{Ba}_3\text{Bi}_2(\text{BO}_3)_4$ ,  $\text{Li}_3\text{B}_{11}\text{O}_{18}$  полиморф  $\beta\text{-CsLiB}_6\text{O}_{10}$ ) и боросиликаты ( $\text{Ba}_3\text{B}_6\text{Si}_2\text{O}_{16}$  и несоразмерная модуляция в твердые растворы  $\text{Sr}_3\text{B}_{2+x}\text{Si}_{1-x}\text{O}_{8-x/2}$ ,  $x = 0.28, 0.53, 0.78$ ).



– Изучены фазовые переходы: переход в твердых растворах  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Bi}_2\text{B}_2\text{O}_7$  в сокращенную ячейку; обратимый термический переход ( $\alpha \leftrightarrow \beta$ )  $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ ; полиморфные переходы в боролейцитах  $\text{KB}_2\text{Si}_2\text{O}_6\text{:Na}$  происходят через двухфазную область.

– Изучен тензор теплового расширения 7 боратов, 7 боросиликатов и 3 силикатов.

3. Золь-гель методом получены новые композиционные порошки мультиферроики со структурой «ядро-оболочка», представляющие собой частицы  $\text{BaTiO}_3$  с поверхностью, модифицированной нанослоем  $\text{SiO}_2$ , содержащим наночастицы (20-50 нм) феррита кобальтовой шпинели ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ), которая придает порошкам магнитные свойства. Вместе с полимерной основой – цианэтиловым эфиром поливинилового спирта (ЦЭПС) порошки использовались в качестве функционального наполнителя в составе диэлектрических композитов [ $\text{BaTiO}_3/\text{SiO}_2/\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{ЦЭПС}$ ]. Использование модифицированных порошков и особого режима сушки (под воздействием магнитного поля) обеспечило существенное увеличение диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  по сравнению с образцом сравнения на основе немодифицированного  $\text{BaTiO}_3$ . Синтезировано новое полимерное связующее – высокотермостойкий пленкообразующий гомо- и сополимер ароматического ряда – поли(о-гидроксиамидов, как альтернатива ЦЭПС.

Публикации, монографии или зарегистрированные РИД (не более 5):

1. Shevchenko V. Ya.; Blatov V. A.; Ilyushin G. D. Combinatorial-topological modeling of the cluster self-assembly of crystal structures of zeolites of the GME, AFX, AFT, and ISC-2 family // GLASS PHYSICS AND CHEMISTRY. Том: 41. Выпуск: 5. Стр.: 443-452. DOI: 10.1134/S108765961505017X. Оpubл.: SEP 2015. Web of Science, WOS:000362963100001

2. Sviridov S. I. Interdiffusion in silicate melts with different modifying oxides and similar anionic matrices // PHYSICS AND CHEMISTRY OF GLASSES-EUROPEAN JOURNAL OF GLASS SCIENCE AND TECHNOLOGY PART B. Том: 55. Выпуск: 3. Стр.: 130-135. Оpubл.: JUN 2014. Web of Science, WOS:000338913100002

3. Khamova T. V.; Shilova O. A.; Kopitsa G. P.; Almasy L.; Rosta L. Small-angle neutron scattering study of the mesostructure of bioactive coatings for stone materials based on nanodiamond-modified epoxy siloxane sols // PHYSICS OF THE SOLID STATE. Том: 56. Выпуск: 1. Стр.: 105-113. DOI: 10.1134/S1063783414010156. Оpubл.: JAN 2014. Web of Science, WOS:000329309700020

4. Paufler P.; Filatov S.K.; Bubnova R.S.; Krzhizhanovskaya M.G. Synthesis and thermal behaviour of paufferite, beta- $\text{VOSO}_4$ , and its alpha-modification // ZEITSCHRIFT FUR KRISTALLOGRAPHIE-CRYSTALLINE MATERIALS. Том: 229. Выпуск: 11. Стр.: 725-729. Специальный выпуск: SI. DOI: 10.1515/zkri-2014-1752. Web of Science, WOS:000345432600002

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013611071 «Определение тензора термического расширения кристаллических веществ методом рентгенографии  $\text{TetaToTensor}$ , вторая версия» – зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09.01.2013 г. Свидетельство о государственной регистрации программы для



ЭВМ № 2015661205 «Исследование термических преобразований кристаллической структуры по данным терморентгенографии – RietToTensor» – зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 21.10.2015 г.

-----  
 Научное направление Института: «СИНТЕЗ НОВЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ОКСИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В ОКСИДНЫХ СИСТЕМАХ»:

Основные научные результаты (не более 3):

1. С целью создания принципов высокотемпературной структурной химии кислородных соединений получено свыше 150 образцов в системах Li- и Vi-содержащих боратов, и боросиликатов систем  $MO-B_2O_3-SiO_2$ ,  $M = Ca, Sr, Ba$  и осуществлена первичная характеристика. Обнаружено три новых бората –  $Ba_3Vi_2(BO_3)_4$ ,  $Li_3B_{11}O_{18}$  полиморф  $\beta$ - $CsLiB_6O_{10}$  – и новый низкотемпературный полиморф боросиликата  $Ca_3B_2SiO_8$ . Расширена область существования твердых растворов на основе боросиликата  $Sr_3B_2SiO_8$  при высоких температурах (закристаллизованные расплавы, метод закалки). Разработана методика синтеза новых перспективных люминесцентных материалов, допированных ионами редкоземельных элементов (Eu) на основе гомогенных твердых растворов  $Sr_{3-x}B_2Si_{1-x}O_{8-3x}:Eu$  ( $Eu = 0.001-0.4$ ) в системе  $SrO-B_2O_3-SiO_2$ .

2. Синтезированы новые двухфазные железосодержащие натриевоборосиликатные стекла в системах, мол. %: (1)  $8Na_2O-xFe_2O_3-(22-x)B_2O_3-70SiO_2$ , где  $x = (0.3 \div 10)$ ; (2)  $8(Na_2O+Fe_2O_3)-22B_2O_3-70SiO_2$ ; (3)  $16(Na_2O+Fe_2O_3)-14B_2O_3-70SiO_2$ , диаграммы ликвации которых отсутствуют. Начаты исследования процессов фазового разделения в этих стеклах, их структуры, реологических и электрических свойств, а также химической устойчивости с целью построения диаграммы состояния четырехкомпонентной системы  $Na_2O-Fe_2O_3-B_2O_3-SiO_2$  и получения новых магнитных пористых силикатных стекол.

3. Изучены процессы кристаллизации цеолитов структурных типов Rho ( $Na_{6.8}Cs_{3.0}[Al_{198}Si_{38.2}O_{96}]:wH_2O$ ), Beta ( $Na_{0.92}K_{0.62}[Al_{4.53}Si_{59.47}O_{128}]:wH_2O$ ) и Pau ( $Na_{87}K_{72}[Al_{164}Si_{508}O_{1344}]:wH_2O$ ) и определены оптимальные условия гидротермального синтеза. Проведено изучение влияния следующих параметров: старения исходного геля, температуры, давления, наличия перемешивания на ход процесса кристаллизации и фазовый состав конечного продукта. Оптимизированы методики синтеза цеолитов Rho, Beta и Pau и получены однофазные образцы с высокой степенью кристалличности. Разработанные подходы дали возможность существенно упростить методику и сократить время синтеза в случае цеолита Rho – на 7 суток (цеолит может быть получен за 24 часа вместо 8 суток), в случае цеолита Pau – на 21 сутки (время получения 12 ч вместо 22 суток).

Публикации, монографии или зарегистрированные РИД (не более 5):

1. Mezentseva L.; Osipov A.; Ugolkov V.; Kruchinina I.; Popova V.; Yakovlev A.; Maslennikova T. Solid Solutions and Thermal Transformations in Nanosized  $LaPO_4-YPO_4-H_2O$  and  $LaPO_4-LuPO_4-H_2O$  Systems // JOURNAL OF CERAMIC SCIENCE AND



TECHNOLOGY. Том: 5. Выпуск: 3. Стр.: 237-244. DOI: 10.4416/JCST2014-00013. Оpubл. SEP 2014. Web of Science, WOS:000347749000009.

2. Zdravkov A.; Kudryashova J.; Kanaev A.; Povolotskiy A.; et al. A new solvothermal route to efficient titania photocatalyst // MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS. Том: 160. Стр.: 73-79. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2015.04.008. Оpubл.: JUN 15 2015. Web of Science, WOS:000356210200010.

3. Патент РФ на изобретение № 2547982 «Способ получения наночастиц серебра». Заявка № 2013147000. Приоритет изобретения 21.10.2013 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 17 марта 2015 г. Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10.

4. Патент РФ на изобретение № 2547516 «Способ синтеза в стеклах объемно кристаллизующихся соединений». Заявка № 2013148852. Приоритет изобретения 31.10.2013 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 12 марта 2015 г. Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10.

5. Патент РФ на изобретение № 2540753 «Способ поиска новых кристаллических соединений в стеклообразующих эвтектических оксидных системах, кристаллизующихся в порошке». Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 22 декабря 2014 г. Опубликовано: 10.02.2015 Бюл. № 4.

-----  
Научное направление Института: «РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ (СТЕКЛО И СТЕКЛОМАТЕРИАЛЫ, КЕРАМИКА, ЗАЩИТНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ)»:

Основные научные результаты (не более 3):

1. Впервые изучены системы  $K_2O-Me_2O_3-SnO_2$  ( $Me = Ga, Al, Cr, In, Fe$ ) и  $Li_2O-Me_2O_3-SnO_2$  ( $Me = In, Fe$ ), где обнаружено существование твёрдого раствора со структурой типа голландита состава  $K_2Al_{2-x}In_xSn_6O_{16}$  в области концентраций  $0.6 \leq x \leq 1$ ; твёрдого раствора со структурой типа рамделлита с общей формулой  $Li_xIn_ySn_zO_8$ . Установлено, что применение цитратно-нитратного золь-гель метода при синтезе станнатов с туннельной структурой, кристаллизующихся в указанных системах, позволяет снизить температуру окончательной термообработки на 200–500 °С и значительно уменьшить её экспозицию. Показано, что при использовании предложенного золь-гель метода образование титанатов со структурой типа голландита в системах  $K_2O-Me_2O_3-TiO_2$  ( $Me = Fe, Cr, Ga$ ) происходит непосредственно в процессе сгорания гелей (250–650 °С), что позволяет получать материалы на их основе с высокой удельной поверхностью и как следствие – улучшенной каталитической активностью. Производительность в реакциях окисления СО и Н<sub>2</sub> при этом повышается в 3–5 раз. Реакция окисления СО на данных катализаторах протекает при температурах 250–350 °С, что ниже на 50–120 °С, чем в случае окисления СО на катализаторах, полученных твёрдофазным методом.



2. С целью создания нового поколения стеклокерамических покрытий на оксидные (высокоглиноземные) и углеродные материалы, а также снижения энергетических затрат, разработан оригинальный метод получения жаростойких покрытий на основе композиций Si-B<sub>4</sub>C-ZrB<sub>2</sub>; Si-B-ZrB<sub>2</sub>. Снижение температуры формирования покрытий на 400оС достигается использованием связующего – раствора кремниевой кислоты, которая в процессе термического разложения обеспечивает образование наноразмерных частиц SiO<sub>2</sub> высокой реакционной способности, равномерно распределенных в объеме покрытия. Повышение эрозионной стойкости покрытия достигнуто путем реакционного синтеза на поверхности покрытия высокотвердых фаз – оксида и силиката циркония (ZrO<sub>2</sub> и ZrSiO<sub>4</sub>). Жаростойкие покрытия обеспечивают длительную защиту неметаллических материалов при температурах выше 1400оС в агрессивных средах; обладают свойством самозалечивания. Покрытие предназначено для защиты неметаллических материалов, работающих в сложных агрессивных условиях при высоких температурах, в металлургической, космической, ядерной технике, энергетике, машиностроении и др.

3. Жидкофазными методами синтеза получена электропроводящая керамика ( $\geq 10$  См•см<sup>-1</sup>) на основе твердых растворов In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–ZrO<sub>2</sub>(HfO<sub>2</sub>). Выявлено, что легирующие добавки ZrO<sub>2</sub> и HfO<sub>2</sub>, образуя твердые растворы с In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в результате гетеровалентного замещения, улучшают спекание керамики и повышают удельную электропроводность твердых растворов, не нарушая их однофазность. Выявлено, что твердый раствор (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>0.92</sub>(ZrO<sub>2</sub>)<sub>0.08</sub> обладает наиболее высокой удельной электропроводностью ( $> 2 \cdot 10^4$  См•м<sup>-1</sup>) в интервале температур 20–1000оС. Установлено, что керамика на основе In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> обладает высокой удельной электропроводностью ( $\sim 10^2$ - $10^3$  См•см<sup>-1</sup>) в интервале температур 20-1000оС, и может быть рекомендована для создания интерконнекторов твердооксидных топливных элементов, работающих в области как средних, так и высоких температур.

Публикации, монографии или зарегистрированные РИД (не более 5):

1. Efimenko L. P.; Baryshnikov V. G.; Afanas'ev V. P.; Kruglova O. V.; Drozdova, I. A. Synthesis of BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> in the melts of inorganic salts // GLASS PHYSICS AND CHEMISTRY. Том: 41. Выпуск: 5. Стр.: 557-559. DOI: 10.1134/S1087659615050053. Оpubл.: SEP 2015. Web of Science, WOS:000362963100019.

2. Arsent'ev M. Yu.; Kalinina M. V.; Tikhonov P. A.; Morozova L. V.; Egorova T. L.; Shilova O. A. The formation and study of sensor thin layers based on zirconium and rare earth metal (Ce, Y, and Tb) oxides and the preparation of metal-oxide-semiconductor structures based on them // GLASS PHYSICS AND CHEMISTRY. Том: 40. Выпуск: 6. Стр.: 629-634. DOI: 10.1134/S1087659614060029. Оpubл.: NOV 2014. Web of Science, WOS:000345844300006.

3 Патент РФ на изобретение № 2520481 «Органосиликатная композиция». Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений 25.04.2014 г. Опубликовано: 27.06.2014 Бюл. № 18.



4. Патент РФ на изобретение № 2471751 «Способ получения защитного покрытия и состав шихты для защитного покрытия». Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 10.01.2013 г. Опубликовано: 10.01.2013 Бюл. № 1.

5. Патент РФ на изобретение № 2536593 «Способ получения керамики на основе диоксида циркония для реставрационной стоматологии». Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений 27.10.2014 г. Опубликовано: 27.12.2014 Бюл. № 36.

-----  
 Научное направление Института: «ХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОЛОГИЯ»:  
 Основные научные результаты (не более 3):

1. Впервые для твердополимерных водородно-воздушных топливных элементов методом золь-гель технологии синтезированы каталитические слои с уменьшенным на порядок содержанием Pt, которые по результатам исследований обеспечивают высокую адсорбционную активность по H<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>, сравнимую с показателями для стандартных катализаторов на основе платиновой черни. Впервые для суперконденсаторов с псевдоемкостью разработаны электроды на основе высокодисперсного MnO<sub>2</sub>, заключенного в кремнеземную матрицу, что позволило стабилизировать электрофизические характеристики суперконденсаторов: в 2 раза снизить саморазряд и довести цикличность до 600 циклов. Разработаны керамические нанокompозиты на основе оксидов переходных металлов и фосфоросиликатные наноматериалы для ионисторов.

2. Для низкотемпературного твердополимерного топливного элемента (ТПТЭ) разработан каталитический материал электрода на основе титанатов различного структурного типа (голландиты K<sub>1.55</sub>Li<sub>0.26</sub>Ti<sub>7.398</sub>O<sub>16</sub>, рамделлиты Li<sub>2</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>7</sub>, Li<sub>2</sub>Cr<sub>0.25</sub>Ti<sub>2.81</sub>O<sub>7</sub>, после выщелачивания азотной кислотой – H<sub>2</sub>Cr<sub>0.25</sub>Ti<sub>2.81</sub>O<sub>7</sub>, шпинели Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>, бронзы и материалы на их основе) с уменьшенным содержанием платины; разработан ионопроводящий кремнеземный композит/полисульфон с температурной устойчивостью до 180 °С; разработано электроактивное покрытие электродов псевдоконденсаторов на основе полиакриламида (ПААм), полианилина (ПАНИ) и оксида марганца (IV), обеспечивающее увеличение удельной емкости модельного ПК на 30%.

3. Созданы модели магнитных полей в дисковом ВТСП генераторе с целью уточнения и корректировки расчетов магнитных проводимостей для магнитных систем из аморфных сплавов и редкоземельных постоянных магнитов на основе SmCo и NdFeB в номинальном режиме при криогенной температуре. Исследованы магнитные и механические свойства аморфных сплавов на основе железа и кобальта АМАГ 170 и АМАГ 225 для оценки их применения при криогенных температурах. На основе компьютерного моделирования электромагнитных и тепловых процессов ВТСП ветрогенератора с учетом свойств аморфных магнитопроводов и ВСТП лент рабочей обмотки созданы элементы и узлы, отвечающие требованиям, предъявляемым к генераторам, работающим при криогенных температурах.

Публикации, монографии или зарегистрированные РИД (не более 5):



1. Шилова О.А., Антипов В.Н., Тихонов П.А., Кручинина И.Ю., Арсентьев М.Ю., Панова Т.И., Морозова Л.В., Московская В.В., Калинина М.В. Керамические нанокompозиты на основе оксидов переходных металлов и фосфоросиликатные наноматериалы для ионисторов // Физика и химия стекла. 2013. Т. 39. № 5. С. 803-815 [Shilova O.A., Antipov V.N., Tikhonov P.A., Kruchinina I.Yu., Arsent'ev M.Yu., Panova T.I., Morozova L.V., Moskovskaya V.V., Kalinina M.V., Tsvetkova I.N. Ceramic Nanocomposites Based on Oxides of Transition Metals for Ionistors // Glass Physics and Chemistry 2013. V. 39, N 5. p. 570-578].

2. Патент РФ на полезную модель «Суперконденсатор». Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений 15.05.2014 г. Опубликовано: 20.06.2014 Бюл. № 17.

3. Патент РФ на изобретение № 2528407 «Способ активации высокотемпературных сверхпроводников в области криогенных температур ниже критического значения». Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений 23.07.2014 г. Опубликовано: 20.09.2014 Бюл. № 26;

4. Патент РФ на полезную модель № 153374 «Ротор высокооборотной электрической машины с постоянными магнитами». Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ 19 июня 2015 г. Опубликовано: 20.07.2015 Бюл. № 20.

5. Патент РФ на изобретение № 2505481 «Способ получения силикофосфатного протонпроводящего материала, преимущественно для мембран топливных элементов (варианты)». Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 27 января 2014 г. Опубликовано: 27.01.2014 Бюл. № 3.

**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**

**ПУБЛИКАЦИИ:**

1. Bar-Ziv Ronen; Zilbermann Israel; Shandalov Michael; Shevchenko Vladimir; Meyerstein Dan. Coating Platinum Nanoparticles with Methyl Radicals: Effects on Properties and Catalytic Implications // CHEMISTRY-A EUROPEAN JOURNAL. 2015. Том: 21. Выпуск: 52. Стр.: 19000-19009. DOI: 10.1002/chem.201503074. Impact Factor: 5.771. Web of Science, WOS:000368282100021.

2. Krivovichev S. V.; Mentre O.; Siidra O. I.; Colmont M.; Filatov S. K. Anion-Centered Tetrahedra in Inorganic Compounds // CHEMICAL REVIEWS. Volume: 113. Issue: 8. Pages: 6459-6535. DOI: 10.1021/cr3004696. Impact Factor: 37.369. Web of Science, WOS:000323301200013.



3. Volkov S.; Bubnova R.; Bolotina N.; Krzhizhanovskaya M.; Belousova O.; Filatov S. Incommensurate modulation and thermal expansion of Sr<sub>3</sub>B<sub>2</sub> (+) Si-x(1) (-) O-x(8) (-) (x/2) solid solutions // ACTA CRYSTALLOGRAPHICA SECTION B-STRUCTURAL SCIENCE CRYSTAL ENGINEERING AND MATERIALS. Том: 71. Часть: 5 Стр.: 489-497. DOI: 10.1107/S2052520615011713. Impact Factor: 2.892. Web of Science, WOS:000362547700001

4. Shilova, O. A. Synthesis and structure features of composite silicate and hybrid TEOS-derived thin films doped by inorganic and organic additives // JOURNAL OF SOL-GEL SCIENCE AND TECHNOLOGY. Volume: 68. Issue: 3. Pages: 387-410. DOI: 10.1007/s10971-013-3026-5. Impact Factor 1.473. Web of Science: WOS:000328486000004.

5. Baranov A.V.; Ushakova E.V.; Golubkov V.V.; Litvin A.P.; Parfenov P.S.; Fedorov A.V.; Berwick K. Self-Organization of Colloidal PbS Quantum Dots into Highly Ordered Superlattices // LANGMUIR. 2015. Том: 31. Выпуск: 1. Стр.: 506-513. DOI: 10.1021/la503913z. Impact Factor: 3.993. Web of Science, Web of Science: WOS:000348085900063.

6. Litvin A.P.; Parfenov P.S.; Golubkov, V.V.; Ushakova E.V.; et al. PbS Quantum Dots in a Porous Matrix: Optical Characterization // JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C. 2013. Volume: 117. Issue: 23. Pages: 12318-12324. DOI: 10.1021/jp402287b. Impact Factor: 4.509. Web of Science: WOS:000320640500049.

7. Golubeva O.Yu.; Pavlova S.V.; Yakovlev A.V. Adsorption and in vitro release of vitamin B-1 by synthetic nanoclays with montmorillonite structure // APPLIED CLAY SCIENCE. Том: 112. Стр.: 10-16. DOI: 10.1016/j.clay.2015.04.013. Impact Factor: 3.065. Web of Science, WOS:000357141100002.

8. V.A. Kreisberg, T.V. Antropova. Changing the relation between micro-and mesoporosity in porous glasses: The effect of different factors // MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS. 2014. T. 190. N.1. P. 128-138. DOI: 10.1016/j.micromeso.2014.02.002. Impact Factor: 3.455. Web of Science: WOS:000335102500018.

9. Krivovichev S.V. Structural and topological complexity of zeolites: An information-theoretic analysis // MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS. 2013. Volume: 171. Pages: 223-229. DOI: 10.1016/j.micromeso.2012.12.030. Impact Factor: 3.349. Web of Science, WOS:000316437800030.

10. Cizman A; Rogacki K.; Rysiakiewicz-Pasek E.; Antropova T.; Pshenko O.; Poprawski R. Magnetic properties of novel magnetic porous glass-based multiferroic nanocomposites // JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS. 2015. Том: 649. Стр.: 447-452. DOI: 10.1016/j.jallcom.2015.07.106. Impact Factor: 3.014. Web of Science, WOS:000361159000061.

#### МОНОГРАФИИ:

1. Science of Crystal Structures. Highlights in Crystallography / Editors: I. Hargittai, B. Hargittai. Springer. 2015. – 335 p. ISBN 978-3-319-19827-9.

(<http://www.springer.com/la/book/9783319198262>). Сборник избранных трудов в области структурной химии за последние 25 лет, в который вошли 4 главы академика В.Я. Шевченко: (1) V.Ya. Shevchenko, A.E. Madison, and A.L. Mackay. A Generalized Model for the





Shell Structure of Icosahedral Viruses, P. 113-116; (2) V.Ya. Shevchenko, V.A. Blatov, and G.D. Ilyushin. Intermetallic Compounds of the NaCd<sub>2</sub> Family Perceived as Assemblies of Nanoclusters, P. 117-124; (3) V.Ya. Shevchenko and S.V. Krivovichev Where Are Genes in Paulingite? Mathematical Principles of Formation of Inorganic Materials on the Atomic Level. P. 291-297; (4) V.Ya. Shevchenko. What Is a Chemical Substance and How Is It Formed? P. 309-321. Тираж является коммерческой тайной издательства.

2. Исследование, технология и использование нанопористых носителей лекарств в медицине / Под редакцией академика В.Я. Шевченко, академика О.И. Киселева, проф. В.Н. Соколова. СПб.: Химиздат, 2015, 368 с. ISBN 978-5-93808-255-7. Тираж 500 экз.

3. Перспективные направления развития науки в Санкт-Петербурге / СПб.: Изд-во ИП Пермяков С.А., 2015.-543 с. - ISBN 978-5-9631-0333-3. Тираж 500 экз.

Глава № 4: Ю.Г. Власов, А.В. Гарабаджиу, Г.К. Ельяшевич, И.Ю. Кручинина, А.А. Малыгин, М.М. Сычев, В.П. Толстой, Т.А. Цыганова, Л.И. Чубраева, В.Я. Шевченко, О.А. Шилова. Перспективы развития фундаментальных исследований в области химии. С. 163-198

4. Перспективные направления развития науки в Санкт-Петербурге / СПб.: Изд-во ИП Пермяков С.А., 2015.-543 с. - ISBN 978-5-9631-0333-3. Тираж 500 экз. Гриф: ФАНО России, СПб НЦ РАН. Глава № 4: Ю.Г. Власов, А.В. Гарабаджиу, Г.К. Ельяшевич, И.Ю. Кручинина, А.А. Малыгин, М.М. Сычев, В.П. Толстой, Т.А. Цыганова, Л.И. Чубраева, В.Я. Шевченко, О.А. Шилова. Перспективы развития фундаментальных исследований в области химии. С. 163-198.

5. Мошников В.А., Таиров Ю.М., Хамова Т.В., Шилова О.А. Золь-гель технология микро- и нанокмпозитов // Учебное пособие / Под ред. О.А. Шиловой. СПб.: Издательство «Лань», 2013. ISBN 978-5-8114-1417-8; 304 с. Тираж: 700 экз.

6. Химические методы получения керамических и полимерных наноматериалов из жидкой фазы // Учебное пособие (гриф УМО) Под общей ред. В.В. Лучинина и О.А. Шиловой / СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013, 218 с., 13.75 п.л. Тираж: 200 экз.

7. Р.С. Бубнова, С.К. Филатов. Терморентгенография поликристаллов. Часть II. Определение количественных характеристик тензора термического расширения // Учебное пособие. СПб.: С.-Петерб. ун-т, 2013.-143 с. ISBN-978-5-91542-232-1. Тираж: 200 экз.

8. А.В. Волкова, Л.Э.Ермакова, Т.В.Антропова. Определение коллоидно- химических характеристик жестких мембран в растворах электролитов // Учебное пособие. СПб.: Изд-во ВВМ 2014. 51 С. ISBN 978-5-9651-0805-3. Тираж: 100 экз.

9. Glass: Selected Properties and Crystallization // Издательство: Gruyter, Walter de GmbH, Berlin, Germany, 2014. ISBN: 978-3-11-029858-1.

(<https://www.degruyter.com/viewbooktoc/product/185568?rskey=AuSc8b>)

Тираж является коммерческой тайной издательства.



Главы: Polyakova I.G. The main silica phases and some of their properties (P. 197–268); N.M. Vedishcheva A.C. Wright. Chemical structure of oxide glasses: a concept for establishing structure–property relationships (P. 269-300).

10. И.А. Арсентьев, И.З. Богуславский, Я.Б. Данилевич, Ф.Д. Дубинин, В.Н. Забоин, Н.В. Коровкин, И.Ю. Кручинина, В.В. Попов, О.Н. Соколова. Современные проблемы электромеханики. Аналитический обзор // Учебное пособие. Под ред. В.В. Попова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013.-136 с. ISBN-978-5-7422-4168-3. Тираж: 73 экз.

К 70-летию победы в Великой отечественной войне Институтом подготовлено и опубликовано издание: «К 70-летию ПОБЕДЫ. Институт химии силикатов РАН для обороны страны» // Под редакцией акад. В.Я. Шевченко. СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА»», 2015. Издание посвящено достижениям Института химии силикатов РАН в годы Великой Отечественной войны и в послевоенное время. В основе сборника лежат документы Научного архива ИХС РАН периода 1941-1945 гг.

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

В 2013-2015 годах Институт выполнял научно-исследовательские работы по 31 (тридцать одному) проекту РФФИ в том числе, 15 (пятнадцать) проектов – гранты молодых сотрудников Института по программе РФФИ «Мой первый грант».

Общий объем финансирования по грантам РФФИ: 30 590 107 (тридцать миллионов пятьсот девяносто тысяч сто семь) руб., в том числе гранты молодых сотрудников Института по программе РФФИ «Мой первый грант»: 12 320 000 (двенадцать миллионов триста двадцать тысяч) руб.

1. РФФИ-11-03-00492\_a «Физико-химические основы синтеза новых соединений в гидротермальных условиях». Срок выполнения: 2011-2013 гг. Объем финансирования: 1 274 900 руб.;

2. РФФИ-11-03-00747\_a «Процессы создания, структура и физико-химические свойства новых термостабильных наноструктурированных пористых силикатных матриц и нанокомпозитных сегнетоэлектрических и магнитных стекломатериалов на их основе». Срок выполнения: 2011-2013 гг. Объем финансирования: 1 380 100 руб.;

3. РФФИ-11-08-00287\_a «Исследование влияния антифрикционных покрытий ротора на процессы теплообмена в высокооборотных электромеханических преобразователях энергии». Срок выполнения: 2011-2013 гг. Объем финансирования: 1 200 000 руб.;

4. РФФИ-11-08-00801\_a «Влияние особенностей синтеза на термические характеристики фосфатной керамики для деталей микротурбогенераторной установки». Срок выполнения: 2011-2013 гг. Объем финансирования: 1 285 000 руб.;



5. РФФИ-12-03-00383\_а «Тритий в решении проблем химии короткоживущих интермедиатов. Станнилиево катионы». Срок выполнения: 2012-2014 гг. Объем финансирования: 1 549 400 руб.;

6. РФФИ-14-03-00235\_а «Разработка физико-химических основ направленного синтеза и исследование свойств пористых алюмосиликатов различных структурных типов с заданными текстурными и сорбционными характеристиками». Срок выполнения: 2014-2016 гг. Объем финансирования: 1 540 000 руб.;

7. РФФИ-14-03-00626\_а «Исследование процессов конвергенции неорганических наночастиц и природных полипептидов в водных растворах и пористых алюмосиликатных матрицах». Срок выполнения: 2014-2016 гг. Объем финансирования: 1 540 000 руб.;

8. РФФИ-14-03-00697\_а «Создание физико-химических основ синтеза и исследование свойств наноструктурированных ортофосфатов редкоземельных элементов для создания высокотемпературной керамики на их основе». Срок выполнения: 2014-2016 гг. Объем финансирования: 1 470 000 руб.;

9. РФФИ-14-08-00817\_а «Исследование тепловых и электромагнитных параметров, обусловленных влиянием эксцентриситета ротора и асимметричных режимов работы, высокооборотных электромеханических преобразователей энергии». Срок выполнения: 2014-2016 гг. Объем финансирования: 1 500 000 руб.;

10. РФФИ-15-03-05845\_а «Синтез, структура и свойства новых перспективных оптических материалов системы SrO-BaO-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>». Срок выполнения: 2015-2017 гг. Объем финансирования: 1 490 000 руб.;

11. РФФИ-15-03-06258\_а «Разработка химической технологии, синтез и исследование структуры и физико-химических свойств новых нанокompозитных железосодержащих мультиферроидных материалов на базе матриц из силикатных пористых стекол». Срок выполнения: 2015-2017 гг. Объем финансирования: 1 490 000 руб.;

12. РФФИ-15-03-04020\_а «Разработка физико-химических основ получения эффективных матриц для иммобилизации высокоактивных отходов актинид-редкоземельной фракции». Срок выполнения: 2015-2017 гг. Объем финансирования: 1 350 000 руб.

Молодые сотрудники Института в 2013-2015 гг. выполнили работу по 15 грантам РФФИ по программе «Мой первый грант», в том числе: РФФИ-12-03-33012\_мол\_офи (2012-2013 гг., 5 000 000 руб.); РФФИ-12-03-31740\_мол\_а (2012-2013 гг., 650 000 руб.); РФФИ-12-03-31829\_мол\_а (2012-2013 гг., 650 000 руб.); РФФИ-12-03-31617\_мол\_а (2012-2013 гг., 650 000 руб.); РФФИ-12-03-31420\_мол\_а (2012-2013 гг., 700 000 руб.); РФФИ-12-03-31271\_мол\_а (2012-2013 гг., 700 000 руб.); РФФИ-12-03-31648\_мол\_а (2012-2013 гг., 650 000 руб.); РФФИ-12-03-31122\_мол\_а (2012-2013 гг., 650 000 руб.); РФФИ-12-03-31368\_мол\_а (2012-2013 гг., 700 000 руб.); РФФИ-12-03-31349\_мол\_а (2012-2013 гг., 650 000 руб.); РФФИ-13-03-90732\_мол (2013 г., 140 000 руб.); РФФИ-14-03-31294\_мол (2014-2015 гг., 800 000 руб.); РФФИ-14-03-32076\_мол (2014-2015 гг., 800 000 руб.); РФФИ-14-33-50730 (2014 г., 140 000 руб.); РФФИ-14-33-50702 (2014 г., 140 000 руб.);



РФФИ-14-00-10132 «Получение доступа к электронным научным информационным ресурсам зарубежных издательств – Wiley (США)», 2015 г. Объем финансирования: 300 707 руб.

РФФИ поддержаны по конкурсу «г» три научных мероприятия, организованных и проведенных Институтом, в том числе: РФФИ-13-03-06079\_г (Российская конференция (с международным участием) – Научная школа молодых ученых «Высокотемпературная химия оксидных наносистем», 07-09.10.2013 г.); РФФИ-14-03-20434-г (XXII Всероссийское совещание по неорганическим и органосиликатным покрытиям», 17–19.11.2014 г.); РФФИ-15-03-20902\_г (Международный симпозиум «Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства» ISCHEM 2015», 24–26.11.2015 г.) Общий объем финансирования по конкурсу «г»: 900 000 руб.

**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**

Федеральные целевые программы. В отчетный период Институт выполнял работу по трем государственным контрактам в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, в том числе, по мероприятию 1.1 – два гранта и по мероприятию 1.2.2 – один грант.

Мероприятие 1.1 «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров»:

- Соглашение № 8366 от 24 августа 2012 года по теме «Проведение научно-исследовательских работ коллективом научно-образовательного центра «Химия и химические технологии наноматериалов» по разработке физико-химических основ получения новых функциональных композиционных оксидных материалов с особыми физическими свойствами» (номер заявки в информационной компьютеризированной системе «2012-1.1-12-000-1009-024»). Сроки выполнения: 2012–2013 гг. Научный руководитель: академик В.Я.



Шевченко. Объем финансирования: 4 384 000 (четыре миллиона триста восемьдесят четыре тысячи) рублей.

• Соглашение № 8427 от 31 августа 2012 года теме «Проведение научно-исследовательских работ коллективом научно-образовательного центра «Химия и химические технологии наноматериалов» по получению новых функциональных композиционных сегнетоэлектрических наноматериалов для электроники» (номер заявки в информационной компьютеризированной системе «2012-1.1-12-000-1012-018»). Сроки выполнения: 2012–2013 гг. Научный руководитель: академик В.Я. Шевченко. Объем финансирования: 4 884 000 (четыре миллиона восемьсот восемьдесят четыре тысячи) рублей.

Мероприятие 1.2.2 «Поддержка научных исследований, проводимых научными группами под руководством кандидатов наук»: Соглашение № 8198 от 06 августа 2012 года по теме «Разработка нового поколения энергетических микротурбогенераторных установок с применением инновационных технологий получения керамики на основе наноразмерных ортофосфатов редкоземельных элементов для турбин и антифрикционных покрытий для снижения потерь трения высокооборотных микротурбогенераторов» (номер заявки в информационной компьютеризированной системе «2012-1.2.2-12-000-2003-052»). Сроки выполнения: 2012–2013 гг. Объем финансирования: 1 858 500 (один миллион восемьсот пятьдесят восемь тысяч пятьсот) рублей.

С целью практического внедрения результатов интеллектуальной деятельности, принадлежащих ИХС РАН, в соответствии с положениями Федерального закона от 02.08.2009 года № 217–ФЗ на базе Института создано (в 2010–2013 гг.) и продолжает действовать пять малых инновационных предприятий, в том числе: ООО «Биопротект», ООО «Нанопорошки», ООО «Турботех», ООО «Энергия М», ООО «ЭкоСенсор». В качестве вклада в уставный капитал Обществ внесены права использования (на основе лицензионного договора) патентов на изобретения, исключительные права на которые сохраняются за ИХС РАН (доля ИХС РАН составляет 40–50 % Уставного капитала).

В отчетный период малые инновационные предприятия Института получили следующую поддержку фонда развития «Фонда содействия инновациям» по Программе «СТАРТ»:

1. ООО «Энергия М», Программа «СТАРТ», контракт № 10400р/18671 от 08.06.2012 г. по проекту «Разработка и изготовление опытного образца суперконденсатора с псевдоёмкостным эффектом на основе керамического электролитного нанокompозита». Сроки выполнения: 2012–2013 гг. Объем финансирования: 1 000 000 (один миллион) руб.

2. ООО «Энергия М», Программа «СТАРТ», договор № 93ГС2/18671 от 11.12.2014 г. по проекту «Разработка и изготовление опытного образца суперконденсатора с псевдоёмкостным эффектом на основе оксидно-полимерного нанокompозита». Сроки выполнения: 2014–2017 гг. Объем финансирования: 2 000 000 (два миллиона) руб.

3. ООО «Нанопорошки», Программа «СТАРТ», контракт № 12310р/14973 от 18.10.2013 г. по проекту «Разработка технологии получения ультрадисперсных порошков титаната



бария-стронция  $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ ». Сроки выполнения: 2013-2014 гг. Объем финансирования: 2 000 000 (два миллиона) руб.

4. ООО «ЭкоСенсор», Программа «СТАРТ», контракт № 11939p/21921 от 27.06.2013 г. по проекту «Разработка опытного образца наноразмерного толсто пленочного сенсора на основе оксидов Zr, Ce и Y, ряда переходных металлов (Sc, Tb, Ce, Pr) и Al. Разработка технологии низкотемпературного синтеза порошков-прекурсоров в данных системах для получения керамических и толстых пленок». Сроки выполнения: 2013-2014 гг. Объем финансирования: 900 000 (девятьсот тысяч) руб.

В конкурсе Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга в 2013 году малое предприятие ООО «Нанопорошки» прошло конкурсный отбор на предоставление субсидий малым предприятиям, созданным в рамках 217 ФЗ, и получило поддержку по проекту «Разработка и производство нанопорошков титаната бария-стронция с функциональными нанослоями на поверхности». Срок выполнения: 2013 г. Объем финансирования – 400 тыс. руб.

## **Внедренческий потенциал научной организации**

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

1. Стенд для исследования лабораторных моделей высокоскоростных мини-турбогенераторов. Стенд предназначен для приемо-сдаточных испытаний и исследования новых материалов на лабораторных моделях высокоскоростных мини-турбогенераторов.

В качестве приводов модели мини-турбогенератора предусмотрено использование одного из трех высокооборотных шпинделей: фирмы KEB COMBIVERT в составе преобразователя частоты 09F4S11220 и трехфазного электродвигателя фирмы ELTE (Italy) KNS21 85/2 (0,55 kW, 220 V, 300 Hz, 18000 rpm,  $\cos\varphi=0,7$ ); фирмы KEB COMBIVERT в составе преобразователя частоты 10F4S.b/b-3A0A мощностью 2,2 кВт, 380 В и трехфазного электродвигателя фирмы ELTE (Italy) PE3 12/2 (2,2 kW, 380 V, 300 Hz, 18000 rpm,  $\cos\varphi=0,8$ ); ELTE AF 9/2 (1,4 кВт, 380 В, 670 Гц, 40000 мин-1) с преобразователем частоты (2,2 кВт,  $3 \times 380$  В, 5,1 А) с холодильным оборудованием воздух/вода фирмы EVROCOLD cooling systems 20-CA-00123.

Для исключения резонансных явлений, связанных с высокой частотой вращения лабораторной модели, использованы специально изготовленные массивные плиты для крепления агрегатов, для соединения валов использованы специальные высокооборотные муфты. При исследованиях используется измеритель крутящего момента ТМ-301-1.

Прикладные результаты 2013-2015 гг.: верификация полученных ранее результатов испытаний антифрикционных покрытий для поверхности ротора высокооборотного генератора при исследованиях гипотезы гладкости и гидрофобности поверхности и разработка уточненной методика испытаний.



2. Стенд для исследования низкоскоростных ветрогенераторов. Стенд предназначен для приемо-сдаточных испытаний и исследования новых решений в лабораторных моделях низкоскоростных ветрогенераторов.

В качестве приводов моделей ветрогенераторов предусмотрено использование высокомоментного электродвигателя 2ПБВ-100 (11,0 Нм, 95В, 25А., 2000 мин-1), питаемого через неуправляемый выпрямитель от регулируемого трансформатора TSGC2-9В(380В, 50Гц, 12А). Нагрузка генератора активно-индуктивная.

Прикладные результаты 2013-2015 гг.: исследование модельного трехфазного синхронного магнитоэлектрического ветрогенератора с аксиальным магнитным потоком СГПМ-0,25-250 (250 Вт, 83 В, 2,17 А, 250 мин-1) и различным исполнением обмоток.

3. Стенд для тестирования электрофизических свойств лабораторных образцов электродных и мембранных материалов на основе оксидных и гидроксидных соединений. Стенд предназначен для определения характеристики всей электрохимической ячейки методом потенциостатической вольтамперометрии.

Методом заряда-разряда постоянного тока при двух электродах регистрируются переходные процессы нарастания тока до стационарного значения и спада тока при отсутствии фарадеевских процессов до нуля. Электрическая схема содержит источник постоянного тока, подбираемые сопротивления, выключатели, амперметр (M4210) и два вольтметра (M2018, В7-65). Переходный процесс регистрируется электронным осциллографом Tektronix TDS 2014. Для исключения размерного фактора в серии сравнительных экспериментов разработана и изготовлена универсальная ячейка для сравнительных исследований (диаметр электродов принят 10-12 мм, толщина 2-3 мм, масса двух электродов около 2 г.). Ток подвод осуществляется через медные стержни. Для обеспечения контакта между электродами используется пружина. Разработана оригинальная методика определения емкости электрохимической ячейки.

Прикладной результат 2013-2015 гг.: Исследование электрохимических ячеек с электродами из пеноникеля, покрытыми наночастицами оксидов кобальта, молибдена, вольфрама и гидроксидом никеля.

4. Участок нанесения пленок для разработки технологии получения функциональных пленок заданной толщины и состава на гладких и рельефных поверхностях пластин. Участок позволяет: (1) испытывать и оптимизировать составы растворов, предназначенных для получения пленок на подложках разной природы (стеклянные, кремниевые, и т.д.); (2) получать опытные образцы пленок различного функционального назначения заданной толщины.

В период 2013-2015 гг. с использованием участка получены следующие результаты:

– определены оптимальные условия золь-гель синтеза эпоксидно-силоксановых композиций и разработаны новые эпоксидно-силоксановые покрытия для защиты каменных памятников культурного наследия от биодegradации;



– определены оптимальные условия золь-гель синтеза наноструктурированных силикатных ‘spin-on glass’ пленок, содержащих наночастицы Pt и Pd, и предназначенных для использования в качестве каталитических слоев в мембранно-электродных блоках водородно-воздушных твердополимерных топливных элементов;

– определены оптимальные условия золь-гель синтеза кремнезольных композиций с комплексом полезных функций для обработки поверхности семян сельскохозяйственных культур (работа выполнялась при поддержке гранта РФФИ 15-29-05837-офи\_м).

5. Стенд для испытания низкотемпературных топливных элементов с полимерной мембраной для тестирования собранных мембранно-электродных блоков. Стенд разработан в 2014 г. Проводятся исследовательские работы, направленные на модификацию стандартной протонпроводящей мембраны Нафион (электролита) и разработку новых функциональных материалов (протонпроводящего электролита и каталитических слоев электродов), используемых в низкотемпературном водородно-воздушном твердополимерном топливном элементе (ТПТЭ).

Стенд позволяет исследовать производительность собранных мембранно-электродных блоков ТПТЭ: нагрузочные характеристики и импеданс. Система компьютерного управления на базе программного пакета «LabView» обеспечивает контроль и регистрацию таких параметров как поток и влажность газов, температура мембранно-электродного блока.

В период 2014-2015 гг. с использованием стенда получены следующие результаты:

– проведено тестирование стандартного мембранно-электродного блока ТПТЭ, состоящего из двух угольных электродов, покрытых с внутренней стороны каталитически «чернилами» (Pt/C, E-tek), между которыми заключена протонпроводящая мембрана Нафион-115. Определена производительность экспериментального стандартного ТПТЭ, оптимальные условия его тестирования;

– проведена модификация мембраны Нафион-115 раствором соляной кислоты, различной концентрации (0.25, 0.5, 1, 2, 3). Собраны мембранно-электродные блоки с модифицированной мембраной Нафион и проведено их тестирование. Выявлено расширение температурного окна устойчивости (от 20 до 90 °С) мембранно-электродного блока с модифицированной мембраной по сравнению с немодифицированной (от 20 до 50 °С).

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

Разработаны органосиликатные покрытия на основе кремнийорганического полимерного связующего с теплостойкостью 7000С и стойкостью к резкому перепаду температур от максимально допустимой до минус 600С. Разработанные покрытия при длительной эксплуатации превосходят все известные органополимерные покрытия. Институтом выполнена серия договоров на изготовление и поставку опытных партий различных марок органосиликатных композиций для предприятий, входящих в ГК «Росатом», в том числе:





ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ (договор от 15.04.2013 г. № 15/13; договор от 21.01.2014 г. № 17/14; договор от 30.01.2015 г. № 02/2015; договор от 23.11.2015 г.; № 65/15; договор от 07.12.2015 г. № 80/15); ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», Московская обл., г. Подольск (договор от 21.01.2013 г. № 11/13).

Разработана лабораторная технология получения защитно-декоративного покрытия на восковой основе для древесины хвойных пород. Защитные покрытия обладают высокими гидрофобными свойствами (краевой угол смачивания  $\theta=110\div 120^\circ$ ), достаточной механической прочностью, пониженной шероховатостью, повышенной био- и влагозащитой. Технология позволяет получать защитное покрытие для внутренней отделки помещений, используя нетоксичные материалы, при сохранении естественной красоты дерева, придавая гладкость и шелковистость. Разработка выполнена в рамках Договора с ООО «ЭкоТеплоТех» от 25.02.2015 г. № 141/2015 на тему «Разработка лабораторной технологии получения защитно-декоративного покрытия для древесины хвойных пород», научно-техническая документация передана заказчику.

В рамках составной части опытно-конструкторских работ по электромагнитным расчетам и расчетам систем охлаждения высокооборотных электрогенераторов мощностью 160 и 260 кВт выполнена серия работ, направленных на оптимизацию конструктивных решений по заданным параметрам технического задания заказчика. Конструкции оптимизированы по критериям массогабаритных показателей; базовому линейному напряжению; расчётным результатам тепловых перегревов и эффективности кремнийорганического теплоносителя; величине механических потерь. Договоры с ООО «Эрга» на выполнение части составной части опытно-конструкторских работ по электромагнитным расчетам и расчетам систем охлаждения высокооборотных электрогенераторов мощностью 160 и 260 кВт, в том числе: от 12.08.2013 г. № 226-Э/13; от 11.10.2013 г. № 269-Э/13; от 30.01.2014 г. № 23-Э/14; от 04.03.2014 г. № 62-Э/14; от 11.04.2014 г. № 113-Э/14; от 13.05.2014 г. № 151-Э/14; от 10.08.2015 г. № 235-Э/15. Результаты работы носят конфиденциальный характер.

Разработанные Институтом биоактивные эпоксититанатные золь-гель покрытия для защиты каменных поверхностей проходят долговременные полевые испытания в Некрополе XVIII века Александро-Невской лавры, Санкт-Петербург (защитные покрытия нанесены на памятники культурного наследия). Полевые испытания свидетельствуют о перспективности использования покрытий Института для защиты каменных памятников культурного наследия от биологических повреждений.

Проведено совершенствование рецептуры смазочных композиций Эпилам. Договор с ООО «Автостанкопром» № 141/2015 от 22.06.2015 г.;

На базе нанопористых стекол (синтезированных Институтом) создан опытный образец полностью диэлектрического оптического измерителя температуры, превосходящего известные аналоги и предназначенного к использованию в устройствах мониторинга мощных энергетических систем при воздействии внешних сильных электрических и магнитных



полей. Разработка реализована совместно с СПб НИУ ИТМО. Получен совместный патент RU 2527308: «Волоконно-оптический измеритель температуры», опубл. 27.08.2014 г., Бюл. 24.

На базе нанопористых стекол (синтезированных Институтом) созданы новые композиционные фотохромные пористые и кварцoidные стекла с регулируемыми спектрально-оптическими свойствами путем последовательной пропитки матриц водными растворами  $\text{AgNO}_3$  (в присутствии или без сенсibilизаторов –  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ ) и галоидных солей ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KBr}$ ,  $\text{KI}$ ) с последующим спеканием до 900 °С. Синтезированные фотохромные пористые стекла использованы СПб НИУ ИТМО для разработки метода формирования модифицированных областей сферической формы и сложного строения, легированных галогенидами серебра и меди, под действием непрерывного излучения иттербиевого волоконного лазера ЛК-100-В (длина волны  $\lambda=1.07$  мкм), сфокусированного вглубь пластины. С целью стабилизации микрооптических элементов в ИХС РАН разработаны специальные температурно-временные режимы спекания стекол, при которых сохраняется сложное строение модифицированных областей и способность фокусировать падающее излучение.

Синтезированы лабораторные образцы новых силикатных матриц из нанопористых стекол (НПС). Установлено, что в зависимости от состава исходных стекол системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , условий фазового разделения и химического травления двухфазных стекол для синтезированных матриц характерна полимодальная мезопористая (3 – 60 нм) и микропористая (0.5–0.7 нм) структура. Показано, что, варьируя состав исходного щелочно-боросиликатного стекла с включением добавок легирующих элементов ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , F) и изменяя температурно-временные режимы ликвации, можно в широких пределах изменять параметры пористой морфологии НПС и соотношение между мезопористой и микропористой подструктурами. Полученные матрицы использованы в СПб НИУ ИТМО в качестве подложек для создания микрооптических элементов при локальном воздействии лазерного излучения. Получен совместный патент RU 2515672 «Способ изготовления микрооптического растра», опубл. 20.05.2014 г., Бюл. № 14.

Синтезировано стеклокерамическое покрытие для увеличения срока службы рентгеновских трубок до 20% для ЗАО «Светлана-Рентген», Сакт-Петербург; получены наноразмерные силикатные пленки для газовых металлооксидных сенсоров для ЗАО «Авангард-Микросенсор, Санкт-Петербург.

Разработан лабораторный технологический процесс получения прочной однофазной керамики: средний размер зерна – 45 нм, открытая пористость  $\leq 1$ , твердость по Виккерсу – 12 ГПа, прочность на изгиб – 950 МПа, трещиностойкость – 11 МПа·м<sup>1/2</sup>, КТР – 10·10<sup>-6</sup> К-1. В сотрудничестве с Институтом цитологии РАН и ГБОУ ВПО «Первым Санкт-Петербургским медицинским университетом имени академика И.П. Павлова» Минздрава России проводятся исследования *in vitro* и *in vivo* по изучению влияния нанокерамических материалов на основе  $t\text{-ZrO}_2$  на живые организмы для определения возможности использования их в клинической медицине. По итогам проведенных в настоящее время исследо-



ваний можно утверждать, что материал на основе диоксида циркония не проявил ингибирующего действия на морфологию и пролиферацию клеток. Он инертен, не токсичен и безопасен при взаимодействии с живыми клетками и тканями. По результатам исследований доказана биосовместимость исследуемого материала на основе t-ZrO<sub>2</sub>.

## **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**

Информация не предоставлена

### **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**

В отчетный период Институтом выполнены научно-исследовательские работы по хозяйственным договорам, в том числе:

– Договор с ООО «Нанолек» (ОАО «РОСНАНО») на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ от 21.01.2013 г. № 12/4-3.13 по теме «Разработка и технология производства пористых кремниевых наноносителей для лекарственных препаратов пролонгированного действия». Годы выполнения: 2013-2015 гг. Объем финансирования: 15 000 000 (пятнадцать миллионов) руб. В рамках договора разработана лабораторная технология темплатного золь-гель синтеза пористых кремниевых гранул размером до 400 мкм, общей пористостью > 40%, основной вклад в которую вносят мезопоры размером от 2 до 50 нм. Технология позволяет получать наноконтейнеры из кремния, выгодно отличающиеся от других материалов биосовместимостью и биodeградируемостью.

Институтом выполнена серия договоров на изготовление и поставку опытных партий различных марок органосиликатных композиций для предприятий, входящих в Государственную корпорацию «Росатом», в том числе:

– ФГУП Российский федеральный ядерный центр Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ) – договор от



15.04.2013 г. № 15/13; договор от 21.01.2014 г. № 17/14; договор от 30.01.2015 г. № 02/2015; договор от 23.11.2015 г.; № 65/15; договор от 07.12.2015 г. № 80/15;

– ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», Московская обл., г. Подольск – договор от 21.01.2013 г. № 11/13.

ИХС РАН является создателем направления органосиликатных композиций (в России и за рубежом). Органосиликатные покрытия на основе кремнийорганического полимерного связующего при длительной эксплуатации превосходят по теплостойкости все известные органополимерные покрытия. Органосиликатные покрытия имеют теплостойкость 7000С и стойкость к резкому перепаду температур от максимально допустимой до минус 600С.

Договор с ООО «РУСАЛ ИТЦ» от 20.11.2013 г. № 9110R223 на выполнение научно-исследовательских работ по оценке угрозы экологического загрязнения атмосферы и окружающей среды заводами по производству технического кремния на тему «Определение степени кристалличности и количественный фазовый анализ пыли в выбросах руднотермических печей производства технического кремния». Годы выполнения: 2013-2014 гг.;

Договор с ООО «ЭкоТеплоТех» № 141/2015 от 25.02.2015 г. на выполнение научно-исследовательских работ на передачу научно-технической документации «Разработка лабораторной технологии получения защитно-декоративного покрытия для древесины хвойных пород». Разработана лабораторная технология получения защитно-декоративного покрытия на восковой основе для древесины хвойных пород. Полученные защитные покрытия обладают высокими гидрофобными свойствами (краевой угол смачивания  $\theta=110\div 120^\circ$ ), достаточной механической прочностью, пониженной шероховатостью, повышенной био- и влагозащитой поверхности (глубина проникновения состава  $30\div 40$  мкм). Такая технология позволяет получать защитное покрытие для внутренней отделки помещений, используя нетоксичные материалы, при сохранении естественной красоты дерева, придавая гладкость и шелковистость. Подготовлена заявка на патент.

Договоры с ООО «Эрга» на выполнение части составной части опытно-конструкторских работ по электромагнитным расчетам и расчетам систем охлаждения высокооборотных электрогенераторов мощностью 160 и 260 кВт, в том числе: от 12.08.2013 г. № 226-Э/13; от 11.10.2013 г. № 269-Э/13; от 30.01.2014 г. № 23-Э/14; от 04.03.2014 г. № 62-Э/14; от 11.04.2014 г. № 113-Э/14; от 13.05.2014 г. № 151-Э/14; от 10.08.2015 г. № 235-Э/15. В рамках составной части опытно-конструкторских работ по электромагнитным расчетам и расчетам систем охлаждения высокооборотных электрогенераторов мощностью 160 и 260 кВт выполнена серия работ, направленных на оптимизацию конструктивных решений по заданным параметрам технического задания заказчика. Конструкции оптимизированы по критериям массогабаритных показателей; базовому линейному напряжению; расчётным результатам тепловых перегревов и эффективности кремнийорганического теплоносителя; величине механических потерь. Результаты работы носят конфиденциальный характер. НПО «ЭРГА» является крупнейшим специализированным Российским производителем



и поставщиком постоянных редкоземельных магнитов, магнитных систем и магнитных сепараторов на основе высокоэнергетических РЗМ магнитов собственного промышленного производства.

Договор с ООО «Автостанкопром» № 141/2015 от 22.06.2015 г. на выполнение научно-исследовательских работ «Совершенствование рецептуры смазочных композиций Эпилам и исследование образцов получаемых покрытий»;

Договор с Научным центром волоконной оптики РАН № 36/2015 от 21.12.2015 г. «Изучение процессов кластеризации висмута в материалах из кварцевого стекла с наноразмерными пораами»;

Договор с ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П.Огарева» на оказание информационно-консультационных услуг № 1 от 06.12.2013 г.

Договор с ЗАО «Научные приборы» от 16 января 2015 г. № 1 «Подготовка и издание научной монографии «Исследования, технология и использование нанопористых носителей лекарств в медицине».

**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**

Институт химии силикатов АН СССР создан в соответствии с постановлением Президиума Академии наук СССР от 13 марта 1948 года № 5 на базе Лаборатории химии силикатов. Основателем и первым директором Института был академик И.В. Гребенщиков. В соответствии с постановлением Президиума Академии наук СССР от 27 апреля 1962 г. Институту присвоено имя академика И.В. Гребенщикова.

В 1969 г. за успехи в развитии химической науки и подготовке научных кадров Институт награжден Орденом Трудового Красного Знамени.

ИХС РАН является ведущим научным центром Северо-Запада России и одним из лидеров в мире в области фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований и разработок по физикохимии и технологии неорганических и композиционных материалов.

В 2013-2015 гг. под председательством академика В.Я. Шевченко на базе ИХС РАН работали и продолжают работать:

– Российское керамическое общество, через которое ИХС РАН представляет Россию в Европейском керамическом обществе – European Ceramic Society (ECerS), объединяющем национальные керамические организации 27 стран Европы;



– Национальная комиссия по стеклу России, через которую ИХС РАН представляет Россию в Международной комиссии по стеклу – International Commission on Glass (ICG), объединяющей 37 национальных организаций в области науки и технологии стекла;

– Научный совет РАН по керамическим и стеклообразным материалам;

– Научный объединенный совет по химическим наукам СПб НЦ РАН, объединяющий ведущих ученых-химиков академических, учебных и отраслевых институтов Северо-Западного региона России;

– Экспертный совет по премии Российской академии наук имени И.В. Гребенщикова за выдающиеся работы в области химии, физикохимии и технологии стекла;

– Экспертный совет по премии Правительства Санкт-Петербурга и СПбНЦ РАН имени Д.И. Менделеева в области химических наук.

В отчетный период Институт организовал и провел 10 (десять) крупных научных мероприятий, в том числе: (1) Российская конференция (с международным участием) «Высокотемпературная химия оксидных наносистем. Научная школа молодых ученых», 7-9 октября 2013 г.; (2) Российская конференция (с международным участием) «Стекло: Наука и практика», 6-8 ноября 2013 г.; (3) Международная конференция – Научная школа молодых ученых «Новые материалы для электромашиностроения и радиоэлектроники», 06 декабря 2013 года; (4) XIV Молодежная научная конференция ИХС РАН. Посвящается памяти академика Я.Б. Данилевича, 04-05 декабря 2013 года; (5) XXII Всероссийское совещание по неорганическим и органосиликатным покрытиям, посвященное 50-й годовщине проведения в мае 1964 года первого совещания, 17–19 ноября 2014 г., ИХС РАН; (6) III Международная конференция стран СНГ «Золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем» («Золь-гель-2014»). Международная молодежная научная школа «Золь-гель синтез функциональных наноматериалов», 08–12 сентября 2014 г., Суздаль; (7) Научно-техническая конференция «Инновационная энергетика и функциональные материалы», посвященная 100-летию академика И.А. Глебова, 29–30 мая 2014 г., ИХС РАН; (8) XV Всероссийская молодежная научная конференция с элементами научной школы – «Функциональные материалы: синтез, свойства, применение» 10–12 декабря 2014 г.; (9) Международный симпозиум «Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства» (ISCHEM 2015), 24–26 ноября 2015 г.; (10) Региональная конференция – научная школа молодых ученых для научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений «Инновационно-технологическое сотрудничество в области химии для развития Северо-Западного региона России (Инно-Тех-2015), 22-23 октября 2015 г.

Институт выступил соорганизатором двух крупных научных мероприятий, в том числе: (1) Междисциплинарный научный форум «Новые материалы. Дни науки. Санкт-Петербург 2015», 20-22 октября 2015 г., ЛенЭкспо. Форум организован при поддержке: ФАНО России, РФФИ, Аппарат полномочного представителя Президента РФ в Северо-Западном федеральном округе, Правительство Санкт-Петербурга, Профсоюз работников РАН, СПб НЦ



РАН, Открытый университет Сколково. Количество участников – 497 специалистов; (2) III Научно-практическая конференция молодых ученых РАН «Фундаментальная и прикладная наука глазами молодых ученых. Успехи, перспективы, проблемы и пути их решения», СПб НЦ РАН, ИХС РАН, 05-07 июня 2013 г.

В 2013-2015 гг. Институт принял участие в 18 международных и российских мероприятиях с выставочной и конкурсной программой, в том числе: Петербургская техническая ярмарка и Международная выставка-конгресс «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции (HI-TECH)» (2013, 2014, 2015); Международный форум «Экология большого города» (2013); Международная выставка лабораторных технологий, химического анализа, биотехнологий и диагностики «Аналитика ЭКСПО» (2013); Международный форум «Высокие технологии XXI века» (2013); День инноваций Министерства обороны Российской Федерации (2013); Международный форум «Российский промышленник» и Петербургский Международный инновационный форум (2013); Специализированная выставка химической промышленности и науки «ХИМИЯ» (2013, 2014, 2015); Международная выставка «Open Innovations Expo» в рамках Московского международного форума инновационного развития «Открытые инновации» (2013); Международная специализированная выставка «КОМПОЗИТ-ЭКСПО» (2015); Московский международный Салон изобретений и инновационных технологий «Архимед» (2015); Международный форум по интеллектуальной собственности EXROPRIORITY (2015); Международная выставка-конгресс «Защита от коррозии» (2015); Санкт-Петербургский образовательный форум (2015). В конкурсах инновационных разработок, проходивших во время мероприятий, получено 17 наград, в том числе: 1 специальный приз; 8 золотых, 7 серебряных и 1 бронзовая медаль.

ИХС РАН является соучредителем широко востребованного журнала «Физика и химия стекла», который по уровню цитируемости его статей принадлежит к лучшим журналам ОХНМ РАН.

**МОЛОДЕЖНАЯ ПОЛИТИКА.** Количество молодых специалистов в общей численности научных сотрудников Института составляет 45-55 %.

Поддержка Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых и по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации:

- Ведущая научная школа академика В.Я.Шевченко № НШ-340.2014.3 «Структурная химия наносостояния. Исследование закономерностей образования химического вещества». Срок выполнения: 2014-2015 гг.;

- Грант Президента РФ по государственной поддержке молодых российских ученых-кандидатов наук № МК-6004.2015.3 «Высокопроизводительные ab initio методы прогнозирования свойств материалов для создания быстрозаряжаемых Li-ионных батарей и энергоемких суперконденсаторов». Молодой специалист – к.х.н. М.Ю. Арсентьев. Срок выполнения: 2015-2017 гг.;



• Стипендия Президента РФ молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, на 2015-2017 гг. № СП-2302.2015.1 «Разработка новых сорбционных материалов на основе синтетических гидросиликатных нанотрубок для комплексной очистки сточных вод». Молодой специалист – к.х.н. Т.П. Масленникова. Срок выполнения: 2015-2017 гг.

Работа с вузами осуществляется Институтом через совместно созданные учебно-научные центры и базовые кафедры, в том числе: в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (базовая кафедра «Наноматериалы и нанотехнологии в радиоэлектронике»), ФГАОУ ВПО СПбГУАП (базовая кафедра «Наноматериалы в электромеханических и электротехнических системах»), ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» (базовая кафедра «Химия, физика и биология наноразмерного состояния»).

В рамках Федеральной целевой программы «Жилище» восемь молодых сотрудников Института получили субсидию (сертификат) на приобретение жилого помещения, в том числе: 2010 г. – 2 чел., 2011 г. – 4 чел., 2013 г. – 2 чел.

Молодой специалист Института к.х.н. Н.Г. Тюрнина - член Центрального совета профсоюза работников РАН, член молодежной комиссии Профсоюза РАН (<http://www.ras.ru/tradeunion/composition/council.aspx>), член Совета молодых ученых РАН, председатель Совета молодых ученых и специалистов СПб НЦ РАН.

На базе Института работает аспирантура: «Реализация основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, очная форма обучения» по специальности 02.00.04 – физическая химия.

На базе Института действует диссертационный совет Д 002.107.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Директор ИХС РАН академик В.Я. Шевченко удостоен международной награды – звания Почетного члена Fellow of ECerS Европейского керамического общества (European Ceramic Society). Диплом вручен 24.06.2015 г. в Толедо, Испания. Академик В.Я. Шевченко – первый российский ученый, удостоенный звания Fellow of ECerS.

Премия Правительства Санкт-Петербурга и СПбНЦ РАН за 2014 год имени Д.И. Менделеева в области химических наук присуждена заведующему лабораторией, д.х.н. В.В. Голубкову, ИХС РАН.

В связи с 70-летием Победы в Великой отечественной войне 17 (семнадцать) сотрудников Института – ветеранов Великой Отечественной войны награждены грамотами «Благодарность» Президента Российской академии наук академика В.Е. Фортова (Распоряжение Президиума РАН № 10105-203 от 07.04.2015 г.):

К 70-летию победы в Великой отечественной войне Институтом подготовлено и опубликовано издание: «К 70-летию ПОБЕДЫ. Институт химии силикатов РАН для





обороны страны» // Под редакцией акад. В.Я. Шевченко. СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА»», 2015. Издание посвящено достижениям Института химии силикатов РАН в годы Великой Отечественной войны и в послевоенное время. В основе сборника лежат документы Научного архива ИХС РАН периода 1941-1945 гг.

ФИО руководителя \_\_\_\_\_ Подпись \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

