

Обзорная статья  
УДК 544 + 546 + 666  
doi:10.37614/2949-1215.2023.14.1.003

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СОВРЕМЕННОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В ИНСТИТУТЕ ХИМИИ СИЛИКАТОВ ИМЕНИ И. В. ГРЕБЕНЩИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**Ирина Юрьевна Кручинина**

*Институт химии силикатов имени И. В. Гребенщикова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия, kruchinina@iscras.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8631-6449>*

### Аннотация

Приведен краткий обзор научных работ и направлений деятельности Института химии силикатов имени И. В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН) за последние несколько лет.

### Ключевые слова:

ИХС РАН, институт, материалы, частицы, физико-химические исследования, синтез, структура, свойства

### Благодарности:

государственное задание по теме научно-исследовательской работы № 0081-2022-0007.

### Для цитирования:

Кручинина И. Ю. Основные направления исследований в области современного материаловедения в Институте химии силикатов имени И. В. Гребенщикова Российской академии наук // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2023. Т. 14, № 1. С. 19–22. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.1.003

Original article

## THE MAIN DIRECTIONS OF RESEARCH IN THE FIELD OF MODERN MATERIALS SCIENCE AT THE ISC RAS

**Irina Yu. Kruchinina**

*I. V. Grebenshchikov Institute of Silicate Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia, kruchinina@iscras.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8631-6449>*

### Abstract

A brief overview of scientific works and activities of the ISC RAS over the past few years is given.

### Keywords:

ISC RAS, Institute, materials, particles, physico-chemical research, synthesis, structure, properties

### Acknowledgments:

state task on the topic of research No 0081-2022-0007.

### For citation:

Kruchinina I. Yu. The main directions of research in the field of modern materials science at the ISC RAS // Transactions of the Kola Science Centre of RAS. Series: Engineering Sciences. 2023. Vol. 14, No. 1. P. 19–22. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.1.003

Институт химии силикатов АН СССР создан по инициативе академика И. В. Гребенщикова Постановлением Президиума от 13 марта 1948 г. в Ленинграде, на базе Лаборатории химии силикатов. С 1962 г. носит имя И. В. Гребенщикова, а в 1969 г. награждён орденом Трудового Красного Знамени за успехи в развитии химической науки и подготовке научных кадров. В течение 75 лет институт успешно выполняет своё предназначение. Основные направления исследований включают широчайший спектр вопросов современной неорганической химии.

Говоря о современном периоде 2019–2022 гг., можно констатировать, что разработки ИХС РАН относятся к научным исследованиям по направлениям «Программы фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы», раздел V «Химические науки и науки о материалах», в том числе направления: № 44 «Фундаментальные основы химии»; № 45 «Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов»; № 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»; № 47 «Химические проблемы получения и преобразования энергии, фундаментальные исследования в области использования альтернативных и возобновляемых источников энергии».

Основные направления фундаментальных исследований ИХС РАН включают: 1) синтез новых неорганических веществ: исследования структуры и свойств высокотемпературных оксидных соединений; фазовые равновесия в оксидных системах; 2) изучение природы химической связи в неорганических соединениях; 3) исследования в области наночастиц, наноматериалов и нанокомпозитов на основе оксидных и гидроксидных соединений; 4) исследование стеклообразного состояния вещества; 5) разработка новых принципов и методов создания новых материалов и химических продуктов с улучшенными свойствами (стекло и стекломатериалы, керамика, защитные и функциональные покрытия); 6) химическая энергетика и экология.

В соответствии с государственным заданием на 2021 г. институт выполнял и завершил семь научно-исследовательских работ (НИР) в рамках базового бюджетного финансирования со сроком выполнения 2019–2021 гг. В связи с приходом в ИХС РАН академика РАН В. Л. Столяровой и член-корреспондента РАН В. В. Гусарова согласованы и утверждены девять новых тем НИР института на период 2022–2024 гг.: 1) «Химия, физика и биология наносостояния» (академик РАН, д. х. н. В. Я. Шевченко); 2) «Высокотемпературная химия оксидных систем и материалов» (академик РАН, д. х. н. В. Л. Столярова); 3) «Физико-химические основы формирования квазиодномерных оксидных наночастиц в условиях методов «мягкой химии» и наноструктурированные материалы энергетического назначения на их основе» (член-корреспондент РАН, д. х. н. В. В. Гусаров); 4) «Стеклообразное состояние, ближний и средний порядок, структурные и фазовые превращения» (к. х. н. Г. А. Сычёва); 5) «Физико-химические основы неорганического синтеза микро- и наноструктурированных неорганических, органо-неорганических и керамических материалов и покрытий для био-, энерго- и ресурсосберегающих технологий» (д. х. н. Т. А. Кочина); 6) «Формирование оптических боратных материалов с дополнительными полианионами» (д. х. н. Р. С. Бубнова); 7) «Физикохимия и технология ликвидирующих щелочноборосиликатных стекол, легированных переходными металлами, и новых полифункциональных пористых и нанокомпозитных стекломатериалов на их основе» (д. х. н., Т. А. Антропова); 8) «Фундаментальные физико-химические основы формирования органосиликатных и высокотемпературных стеклокерамических защитных покрытий и композиционных материалов широкого функционального назначения» (д. х. н. О. А. Шилова); 9) «Материалы нового поколения для инновационного развития автономно изолированных систем арктической электроэнергетики» (д. т. н. И. Ю. Кручинина).

Ежегодно ИХС РАН выпускает 155–160 научных публикаций в изданиях, индексируемых в информационно-аналитических системах научного цитирования (Web of Science, Scopus, РИНЦ) и подаёт 16–18 заявок на патенты, получая охранные документы на РИД, действующие в РФ.

Регулярно выполняются работы по стипендиям Президента РФ молодым ученым и аспирантам (Совет по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых и по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации); за 2019–2022 гг. — 5 стипендий.

В период 2019–2023 гг. в ИХС РАН выполняются 12 грантов Российского научного фонда (РНФ):

Конкурс («Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами»):

- «Нанодисперсные материалы и золь-гель композиции: синтез, изучение свойств и возможности применения в агротехнологиях» (2019 г.);

- «Материалы для бронезащиты нового поколения на основе реакционно-диффузионных процессов Тьюринга для синтеза алмаз-карбидкремниевых композитов со структурой трижды периодических поверхностей минимальной энергии» (2020 г.);

- «Буферные системы на основе внутрикомплексных соединений гидроксикаминов в реакциях радиомечения пептидов изотопом галлий-68» (2020 г. «Проведение инициативных исследований молодыми учеными» Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными);

• «Энергопоглощающие материалы нового поколения на основе градиентных ячеистых структур» (Конкурс 2020 г. «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными).

Конкурс РНФ: «Проведение инициативных исследований молодыми учеными» Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными: 1) «Галоген-содержащие структуры солевого включения на основе борокислородных каркасов как материалы для нелинейной оптики» (конкурс 2021 г.); 2) «In situ исследование механизмов термической эволюции продуктов эксталяционной деятельности вулкана Толбачик (полуостров Камчатка, Россия) на примере новых и редких минералов, прежде всего сульфатов, а также их синтетических аналогов» (конкурс 2021 г.).

Гранты РНФ «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами»: 1) «Поиск альтернативных селективных гемосорбентов на основе пористых алюмосиликатов различной морфологии» (конкурс 2022 г.); 2) «Новые оптические материалы на основе боратов с дополнительными анионами» (конкурс 2022 г.); 3) «Новые стекла и стекломатериалы на основе системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , легированной  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ : синтез, фазовое разделение, физико-химические свойства»; 3) «Новые гибридные органо-неорганические материалы на основе наноразмерных борокислородных комплексов для нелинейной оптики»; 4) «Оксобораты групп варвикита, людвигита и пинакиолита: взаимосвязь между составом, структурой, магнитными свойствами, окислением и термической эволюцией по данным низко- и высокотемпературных *in situ* методов»; 5) «Разработка физико-химических основ получения керамических композитов — перспективных матричных материалов для иммобилизации радиоактивных отходов (конкурс РНФ на инициативные исследования малыми научными группами 2022 г.) — В. Л. Уголков.

К известным для профессионалов направлениям исследований, широко востребованными в настоящее время, относятся покрытия для применения в разных областях науки и техники: от машиностроения и судостроения до энергетики и ядерной промышленности.

Высоки компетенции ИХС РАН в создании органосиликатных композиций (ОСК) и покрытий на их основе различного функционального назначения: жаростойкие защитные покрытия на металлах и сплавах, золь-гель синтез защитных и функциональных стекловидных и стеклокерамических покрытий, ОСК холодного формирования, специального назначения.

Высокотемпературные стеклокерамические покрытия формируются по шликерно-обжиговой технологии, обладают высокой термостойкостью, свойством самозалечивания и предназначены для защиты неметаллических, в том числе углеродных, материалов, функционирующих в агрессивных условиях высоких температур свыше 1400 °С.

В настоящее время разработаны: термостойкое электроизоляционное покрытие (позволяет сохранить до 800 °С электроизоляционные свойства и механическую прочность поверхности), антиобледенительные покрытия, радиационно стойкие, атмосферостойкие противокоррозионные и атмосферостойкие для древесины.

Развитие золь-гель технологии позволило создать новые материалы и покрытия: органо-неорганическое для защиты резиновых изделий от мороза и нефтепродуктов, нанокomпозиционные — от морского обрастания, гидрофобные защитные на древесину, биоактивные защитные нанокomпозиционные покрытия. Методом золь-гель технологии получают также каталитические и мембранные материалы. Активно изучаются гидротермальные методы синтеза различных структур на основе сложных неорганических оксидов, слоистых силикатов, цеолитов и пористых сорбентов. Экспериментально построены фазовые диаграммы около сотни оксидных систем, получены нанокристаллы, наноситки, нанослои, нановолокна различного химического состава и строения, определены механизмы формирования и трансформации наночастиц, изучены их свойства.

На базе ИХС РАН с 1975 г. выпускается журнал «Физика и химия стекла», учредителями которого являются Российская академия наук и ИХС РАН.

Институт входит в ассоциацию «СтеклоСоюз России», руководит направлением «Кварцевое стекло»; соучредитель Ассоциации производителей и потребителей особо чистых веществ и материалов.

В институте действуют базовые кафедры вузов: СПбГЭТУ «ЛЭТИ» — «Наноматериалы и нанотехнологии в радиоэлектронике» и СПбГТИ(ТУ) — «Химия, физика и биология наноразмерного состояния». ИХС РАН сотрудничает с СПбГУ, политехническим университетом Петра Великого СПбГПУ.

Институт химии силикатов РАН является участником консорциумов с вузами, в том числе и с предприятиями промышленности: 1) «Консорциум кораблестроения и морской техники» (на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»); 2) Консорциум химических институтов, созданный при Президиуме Российской академии наук.

В рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» ИХС РАН является членом: 1) Научно-образовательного консорциума (на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»); 2) Консорциума «Наногетероструктурная электроника, фотоника и радиофотоника» (на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)); 3) Консорциума «Цифровой промышленный дизайн, композиционные материалы, «умные» одежда и ткани» (на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»); 4) Консорциума «Технологическое лидерство» (на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова».

Институт химии силикатов РАН осуществляет подготовку научно-педагогических кадров по научным специальностям аспирантуры — физическая химия и технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

В рамках своих компетенций институт проводит традиционные научные конференции: 1) научная школа-конференция с международным участием для молодых учёных «Функциональные стекла и стеклообразные материалы: Синтез. Структура. Свойства» (GlasSPSchool 2022); 2) научный семинар «Стекло: наука и практика» и семинар «Физическая химия стекла и стеклообразующих расплавов» (в рамках секции по физической химии РХО им. Д. И. Менделеева (Санкт-Петербургское отделение); 3) Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ (ежегодное участие); 4) ежегодное торжественное собрание, посвящённое Дню российской науки; 5) ежегодная молодежная научная конференция ИХС РАН «Функциональные Материалы: Синтез, Свойства, Применение»; 6) Всероссийское совещание по неорганическим и органосиликатным покрытиям; 7) ежегодный круглый стол об актуальных вопросах применения органосиликатного покрытия ОС 51-03 У 84-725-78 в атомной промышленности. Извещение № 11-ИХС РАН; 8) Международный симпозиум «Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства».

Институт химии силикатов РАН является организатором Международной конференции стран СНГ «Золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем».

### *Информация об авторе*

**И. Ю. Кручинина** — доктор технических наук, директор.

### *Information about the author*

**I. Yu. Kruchinina** — Dr. Sc. (Engineering), Director.

Статья поступила в редакцию 31.01.2023; одобрена после рецензирования 31.01.2023; принята к публикации 01.02.2023.  
The article was submitted 31.01.2023; approved after reviewing 31.01.2023; accepted for publication 01.02.2023.