

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук  
(ИНЭОС РАН)**

**Отчет по основной референтной группе 6 Органическая и координационная химия**  
Дата формирования отчета: **19.05.2017**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Инфраструктура научной организации**

#### **1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские 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**

Лаборатория металлорганических соединений, лаборатория пи-комплексов переходных металлов, лаборатория стереохимии металлорганических соединений, лаборатория алюминий- и борорганических соединений, лаборатория металлокомплексной активации малых молекул, лаборатория механизмов реакций, группа эффективного катализа, лаборатория гидридов металлов, лаборатория алифатических борорганических соединений, лаборатория металлокарборанов переходных металлов, лаборатория фотоактивных супрамолекулярных систем, лаборатория тонкого органического синтеза, лаборатория фосфорорганических соединений, лаборатория фторорганических соединений, лаборатория физиологически активных фторорганических соединений, лаборатория асимметрического катализа, лаборатория экологической химии, лаборатория гомолитических реакций элементоорганических соединений, лаборатория синтеза биологически активных гетероциклических соединений, лаборатория микроанализа, лаборатория рентгеноструктурных исследований, лаборатория ядерного магнитного резонанса, лаборатория физической химии твердого тела, лаборатория молекулярной спектроскопии, лаборатория макромолекулярной химии, лаборатория гетероцепных полимеров, лаборатория крем-

нийорганических соединений, лаборатория синтеза гетероциклических полимеров, лаборатория физики полимеров, лаборатория физической химии полимеров, лаборатория структурных исследований полимеров, лаборатория полимерных материалов, лаборатория стереохимии сорбционных процессов, лаборатория высокомолекулярных соединений, лаборатория полиариленов, лаборатория криохимии биополимеров, лаборатория физиологически активных биополимеров, лаборатория технологии.

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

В состав дорогостоящего оборудования ИНЭОС РАН входят-спектрометры фирмы Bruker AVANCE 300, AVANCE 400 и AVANCE 600, CHN-анализатор Microcube Elementar, CHNS-анализатор Microcube Elementar, спектрофотометр УФ и видимой области Specord M400, ИК-спектрометр Perkin-Elmer-2000, ИК-фурье спектрометры: Nicolet Magna 750, Bruker Tensor, Bruker Vertex 70v; лазерный Рамановский спектрометр T64000 Jobin Yvon, рамановский спектрометр LabRAM 300 Jobin Yvon, Люминесцентный спектрофлуориметр FL-1023 Horiba Jobin Ivon, поляриметр Perkin Elmer 341; спектрофотометр Agilent 8453; спектрофотометры Varian Cary 50, Varian Cary 100 и Varian Cary 300; рентгено-флюороресцентный микроанализатор VRA-30; система высокоэффективной жидкостной хроматографии с широким набором детекторов Agilent 1100Series; жидкостные хроматографы: Bischoff 1152, Varian 5000, Bruker LC 41; система высокоэффективной жидкостной хроматографии DIONEX Ultimate 3000; капиллярные газовые хроматографы: Perkin-Elmer SIGMA 2000, Кристалл 5000; хроматомасс-спектрометр Finnigan Polaris Q Ion Trap; микроволновой реактор Milestone MicroSYNTH; поляриметр Perkin-Elmer 341; монокристалльные дифрактометры: Bruker APEX Duo, Bruker Smart APEX II; два порошковых дифрактометра Bruker D8 Advance; ЭПР спектрометр Bruker ESP 300 E с проточным гелиевым криостатом, спектрометрический комплекс на базе оптоволоконного спектрометра AvaSpec-2048-USB2 в комплекте UV/VIS/NIR абсорбционных, рефлектометрических, абсолютных радиометрических и флуориметрических методов измерений и измерительный спектрофлуориметрический комплекс AvaSpec-ULS2048L-FCPC-USB2; лабораторный электронный титратор 808 Титрандо; спектрофлуориметр Fluorolog-3 (HORIBA, Jobin Yvon Inc.); цифровой потенциостат-гальваностат Parstat 2273, цифровой потенциостат-гальваностат Metrohm Autolab PGSTAT128N и другие приборы.

Большая часть указанного оборудования находится в ведении центра коллективного пользования научным оборудованием (ЦКП ФИМИС, реорганизован в 2016 году в НТЦ РДИ ИНЭОС РАН, затем в 2017 году расширен до ЦИСМ ИНЭОС РАН, более подробно – см. информацию с сайта «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации» <http://ckp-rg.ru/>).

**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**

В Институте есть архив, где находится более 2500 единиц хранения, включая патенты, авторские свидетельства и изобретения, отчёты института в различные инстанции и организации за последние 15 лет, личные дела сотрудников и аспирантов с 1954 года (года основания ИНЭОС РАН). Библиотека ИНЭОС РАН до последних лет выпуска «бумажных» номеров научных журналов пополнялась с максимально-возможным покрытием научных тематик Института и в настоящее время насчитывает более 15000 единиц хранения. Музей А.Н.Несмеянова, организованный в ИНЭОС РАН на общественных началах в настоящее время является серьёзным научным отделом Института. Отдельно необходимо упомянуть архив 1-го отдела ИНЭОС РАН, где хранятся отчёты по работам, которые велись по тематикам, связанным с обороноспособностью нашей страны со дня основания ИНЭОС РАН.

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

Проект: Разработка технологии производства полисиликатного связующего для теплоизоляционных и негорючих минераловатных плит

Руководитель НИР: Валецкий П.М.

10 октября 2014 г. - 31 декабря 2016 г.

Номер соглашения: 01-2014

Бизнес-партнер: Центр трансфера технологий Роснано-РАН

Проект направлен на создания энергоэффективных и экологичных технологий создания и модификации теплозащитных минераловатных плит.

Проект: Исследование процессов каталитического фосфорилирования целлюлозы ортофосфорной и пирофосфорной кислотами, строения, термической и термоокислительной деструкции полимеров с различной степенью фосфорилирования, их совместимости с полимерами иной природы в композициях теплоизоляционного и огнезащитного назначения

Бизнес-партнер: ООО "КРЕЛАН НТЦ" (Компания создана на базе Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН и занимается созданием технологии производства полисиликатного связующего «КРЕЛАН» для негорючих и экологически безвредных теплоизоляционных и огнезащитных минераловатных материалов. Является резидентом инновационного центра «Сколково».)

Руководитель НИР: Валецкий П.М.

Ответственный исполнитель: Сторожук И.П.

13 мая 2013 г. - 13 мая 2016 г.

Номер соглашения - 11899р/21568

Номер ЦИТИС: 01201373823

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

Элементоорганические соединения, полимеры и материалы определяют прогресс и уровень развития страны в целом ряде высокотехнологичных областей, таких как авиационное и космическое аппаратостроение, медицина и экология, средства защиты растений и катализаторы химических процессов, интеллектуальные материалы и сенсорные устройства, вот далеко не полный перечень направлений в которых востребованы результаты исследований ИНЭОС РАН.

Огромная важность элементоорганической химии и химии поликонденсационных полимеров для конкурентоспособности страны определяет нацеленность программы развития ИНЭОС РАН на повышение уровня ответственности института за развитие выше-названных направлений и, в частности, разработку новых методов синтеза элементоорганических соединений, соответствующих современным экологическим и экономическим требованиям. Программа развития это «живой» документ, который дополняется и развивается по мере выполнения тех или иных этапов. Программа содержит фундаментально научную составляющую, в которой намечены ориентиры по основным базовым элементам с которыми работает институт, а также включает междисциплинарные направления по которым институт развивает сотрудничество с другими организациями.

Фундаментальная научная составляющая по каждому из базовых направлений основана на анализе современных тенденций развития и обязательно предполагает достижение лидерских позиций. Опираясь на серьезные научные заделы в области фундаментальных исследований и учитывая современное состояние промышленного уровня стратегия по каждому из базовых элементов предполагает выход не просто на более высокие уровни развития, но на следующие поколения по методам их синтеза и сферам применения.

В области химии кремнийорганических соединений будут развиваться исследования по созданию научных основ бесхлорных методов синтеза, как в части синтеза исходных мономеров, так и в части основной номенклатуры кремнийорганической продукции представленной на рынке. Одновременно будет продолжен курс на расширение ассортимента и областей применения силиконов, основываясь на соединениях принципиально

новой структуры, таких как дендримеры, свехразветвленные полимеры, молекулярные наногели и плотные молекулярные щетки и другие структуры.

В области фторорганических соединений будут развиты исследования по расширению сырьевой базы фторирующих агентов за счет использования много тоннажного отхода производства минеральных удобрений – тетрафторсилана. При этом будет решаться и важная экологическая проблема для целого ряда регионов. Фторорганические производные для новых высокотехнологичных применений таких как гидрофобизирующие агенты, обеспечивающие создание устойчивого супергидрофобного и антиобледительного эффектов на поверхности различных типов материалов. Планируется проводить комплекс исследований по анализу воздействия фторорганических соединений на окружающую среду, в том числе и на разрушение озонового слоя. По результатам таких исследований будут проводиться работы по синтезу новых экологически безопасных структур фторорганических соединений для решения крупных задач в области синтеза медпрепаратов, мономеров для лазерных технологий, лекарственных средств и средствами защиты растений.

В области фосфорорганических соединений планируется разработка новых типов фосфорорганических лигандов для новых поколений каталитических систем, лекарственных препаратов, экстрагентов тяжелых металлов. Направленный синтез новых антипиренов, антиоксидантов, поверхностно-активных веществ. Синтез полифосфазеновых структур – как развитие уникального сочетания неорганических элементов растворимых в органических и водных средах и обладающих ценным комплексом свойств, широко востребованных в медицинской практике, а также в качестве супер-оснований, в составе ионных жидкостей.

Химия борорганических соединений будут развиваться в русле общей парадигмы перехода на новые экологически приемлемые методы синтеза уникальных карборановых структур и расширения областей применения их при создании новых гибридных элементоорганических материалов. В части развития новых методов синтеза основные усилия в этой области будут направлены на получение эффективных конъюгатов в том числе с эффектом изотопного замещения, для бор-нейтронозахватной терапии онкозаболеваний, новых поколений борсилоксановых систем с регулируемым уровнем водородных связей обладающих высокими демпфирующими свойствами, а также полимерных систем с карборановыми фрагментами с различной организацией молекулярной структуры и новыми принципами упорядочения и самоорганизации.

Синтез металлорганических соединений будет ориентирован на создание синтетических подходов для получения алюминийорганических соединений в качестве компонентов новых каталитических систем полимеризации олефинов для массового получения сверхвысокомолекулярных полиэтиленов. Развитие химии лантаноидов будет направ-

лено на разработку новых каталитических систем полимеризации диеновых углеводородов с регулируемым стереорегулярным составом, получения новых люминесцентных соединений, а также молекулярных магнетиков.

Исследования лабораторий физико-химического профиля фокусируются на изучение природы химической связи элемент-углерод, элемент-кислород в различных структурных проявлениях, идентификацию структуры новых элементоорганических соединений, исследование комплекса их физико-химических характеристик с целью создания на их основе новых сенсорных и каталитических систем, разработку принципов и подходов к получению искусственных мышц, фотокаталитических систем, интеллектуальных материалов.

Стратегическое развитие взаимодействия отделов заключается в проведении фундаментальных исследований по перечисленным направлениям, а также на совершенствовании интеграционных форм сотрудничества с отделами и структурами ИНЭОС, институтов РАН, ВУЗов, зарубежных научных центров.

Структура научных подразделений ориентирована на укрупнение лабораторий с ориентиром на 25 лабораторий к 2018 году. В дальнейшем будет происходить постоянная реструктуризация лабораторий по результатам отчетов и с использованием достижений временных научных групп, создание которых предусматривается программой развития института при получении крупных грантов и контрактов, а также результатов ежегодного конкурса - INEOS-OPEN –Cup.

В плане совершенствования научно-организационной работы ежегодно в четвертом квартале проводится открытая общеинститутская конференция- конкурс INEOS-OPEN – Cup, с премиальным фондом созданным на основе спонсорских пожертвований. По результатам конференции присуждаются премии, размер которых будет нуклонно повышаться, а начиная с 2019-2020 годов, премия будет оформляться в виде гранта на проведение исследований в ИНЭОС или для стажировки в профильных научных центрах. Жюри конкурса каждый год выбирается заново и состоит более чем на 50% из экспертов работающих не в ИНЭОС РАН.

В институте будет зарегистрирован новый научный журнал, профиль которого совпадает с профилем института, цели и задачи которого распространение достижений института на широкую научную общественность. Журнал будет функционировать в режиме открытого доступа и по формату научных сообщений будет ориентирован на мировую аудиторию.

Для развития связи науки с бизнес структурами создаётся инновационный отдел, в задачи которого входит организация взаимодействия института с промышленными предприятиями, правительственными структурами и институтами развития для продвижения научных разработок института. Формы работы отдела – организация профильных конференций, круглых столов наука- бизнес, поиск потенциальных партнеров для реализации совместных междисциплинарных проектов и программ.

Кроме того, планируется создание инновационной лаборатории, деятельность которой будет направлена на наработку укрупненных образцов уникальных соединений созданных в лабораториях ИНЭОС для расширенных испытаний, создание пилотных проектов для оценки перспектив промышленного применения создаваемых основ технологий получения новых элементоорганических соединений и полимеров.

Таким образом, к 2019 году в результате выполнения программы развития института ИНЭОС будет представлять собой современный многопрофильный исследовательский центр мирового уровня, активно участвующий в выполнении программы фундаментальных исследований и надежно интегрированный в научные консорциумы работающих по приоритетным направлениям Стратегии научно-технического развития РФ.

## **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**

Международное научное объединение (МНО) Европейская лаборатория по гомогенному катализу «Гомогенный катализ для экологически безопасного развития» (GDRE CH2D),

Консорциум объединял 5 групп из Франции, 4 группы из России (координатор от России Е.С. Шубина) и 2 группы из Италии (координатор от Италии М. Перуззини).

В МНО с французской стороны входили группы под руководством Р. Поли (Laboratoire de Chimie de Coordination CNRS, Тулуза), Кристиана Брюно (Institut des Sciences Chimiques de Rennes), Жана-Франсуа Карпентье (Institut des Sciences Chimiques de Rennes), Фредерика Ламати (Institut Biomolécules Max Mousseron, Монпелье) и Эммануэль Шульц (Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay).

С российской стороны группа профессора Е.С. Шубиной (лаборатория гидридов металлов) и профессора С.Н. Осипова (лаборатория экологической химии) ИНЭОС РАН, группа академика И.П. Белецкой (Химфак МГУ им. Ломоносова) и группа профессора А.А. Трифонова (Институт металлоорганической химии, Нижний Новгород).

С итальянской стороны группы Маурицио Перуззини и Джулиано Джамбастиани (Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici, Флоренция).

Всего в рамках МНО

за 2012–2015 гг. было подготовлено и опубликовано более 30 статей в ведущих российских и зарубежных изданиях, представлено 38 докладов на различных конференциях, защищено 5 кандидатских диссертаций, соруководимых с российской и европейской сторон.

Результаты. Проведены новые экспериментальные и теоретические исследования механизма каталитического асимметрического гидрирования кратных связей комплексами

переходных металлов; исследовано влияние эффектов растворителя на каталитическую активность.

Проведены модификация лигандов полярными группами или закрепление катализатора на наноразмерных носителях (дендримеры, полимеры) обеспечивает эффективное выделение продуктов и регенерацию катализаторов.

Синтезированы новые катализаторы гидроаминирования олефинов, гидроцианирования, гидрофосфорилирования, полимеризации, а также для разработки эффективных методов конструирования сложных циклических молекул, востребованных в медицинской химии (метатезис, циклопропанирование, циклотримеризация и др.).

Международная лаборатория «Фотоуправляемые органические молекулы и устройства» (“Photoswitchable Organic Molecular Systems and Devices”, GDRI № 93 PHENICS), 2011-2016гг.

Партнеры: Университет г. Марселя (Франция), Университет г. Лиона (Франция).

Результаты.

Разработаны фотоуправляемые комплексоны для катионов металлов и аминокислот на основе фотохромных соединений и краун-эфиров. При облучении светом таких соединений происходит фотохимическая трансформация, оказывающая существенное влияние на состав и структуру комплексов. Впервые разработаны фотоуправляемые интеркаляторы для ДНК как элементы селективных таргетных терапевтических агентов.

2. Международная лаборатория «Супрамолекулярные системы в химии и биологии» (“SupraChem”), GDRI № 118, 2005-2015 гг.

Партнеры: Университет г. Бордо (Франция), Университет г. Регенсбурга (Германия).

Результаты. Разработаны комплексы включения на основе фотоактивных соединений и молекул циклодекстрина и кукурбитурила. На основе комплексов получены молекулярные машины, совершающие работу при облучении светом. Показано, что подобные системы могут быть использованы для доставки лекарственных средств.

Проект DONOS-311 “Development of novel optical sensors: From chemosensor-semiconductor hybrids to optical devices” в рамках программы ERA.NET-RUS (Horizont 2020), рук. Г. Йонушаускас (Франция), 2015-2017 гг.

Партнеры: Университет г. Бордо (Франция), Университет г. Зигена (Германия).

Результаты.

Проект направлен на получение наноструктурированных сенсорных элементов газовых детекторов. Основной задачей проекта является разработка электронного устройства «электронный нос».



Федорова О. А. – член исполнительного комитета Европейской фотохимической ассоциации (European Photochemistry Association, [www.photochemistry.eu](http://www.photochemistry.eu)) (2011-2016гг), Федоров Ю.В., Панченко П. А., Черникова Е. Ю. – члены ЕРА, включающей в свой состав ученых фотохимиков из Англии, Италии, Франции, Германии, России, Испании, Португалии, Польши.

Ассоциация выпускает журнал о последних достижениях фотохимии, является учредителем журнала Photochemistry and Photobiology, поддерживает студентов грантами для стажировки и участия в конференции, распространяет информацию о вакансиях и стипендиях, проводит ежегодные собрания членов для обсуждения последних тенденций в развитие фотохимии.

**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**

1. Проект Polycat Modern polymer-based catalyst and microflow conditions as key elements of innovations in fine chemical syntheses. (2010-2013) 7-ой Европейской рамочной программы Европейского экономического сообщества. Консорциум участников из европейских стран: Германия, Франция, Венгрия, Финляндия, Греция, Швейцария, Великобритания, Италия, Нидерланды, Россия.

2. Проект BiOGO " Catalytic Partial Oxidation of Bio Gas and Reforming of Pyrolysis Oil (Bio Oil) for an Autothermal Synthesis Gas Production and Conversion into Fuels". (2014-2017) 7-ой Европейской рамочной программы Европейского экономического сообщества. Консорциум участников из европейских стран: Германия, Франция, Австрия, Великобритания, Ирландия, Италия, Нидерланды, Россия.

3. Бор-содержащие несимметричные фталоцианины для медицинского применения (2012-2013), РФФИ-Турция; Technical University of Istanbul (Технический университет г. Стамбул). Вклад: Синтез и исследование бор-содержащих фталоцианинов.

4. «Карборантиолятные производные переходных металлов» (2012-13). РФФИ-Китай №12-03-91165-ГФЕН.Нанкинский университет. Вклад: Синтез карборантиолятных производных.

5. “Синтез и реакционная способность новых дихалькогенокарборановых комплексов металлов” (2012-13). РФФИ – Индия № 12-03-92696\_ИНД; Химический отдел Атомного исследовательского центра. Вклад: Синтез дихалькогенокарборановых производных.

6. Синтез полисилоксанов с карборановыми группами. Китай, Фирма новых материалов Хайтэ в г.Уси. 1 января 2014 - 31 декабря 2014.

7. Жидкие фторсилоксановые эластомеры. Китай, Компания новых материалов для герметиков, в г Чанчунь, января 2014 - 31 декабря 2014

8. Грант Европейской комиссии (ЕС) FP7-PEOPLE-2012-IRSES (код проекта № 318873). «Инновационные ионные полимеры на основе природных материалов для энергетики и защиты окружающей среды» IONRUN (International Research Staff Exchange Scheme Project). Зарубежные партнеры: Universidad del Pais Vasco, Испания, профессор David Mecerreyes. Universite de Cergy-Pontoise, Франция, профессор Frederic Vidal. Instituto de Tecnologia Quimica e Biologica – Universidade Nova de Lisboa, Португалия, доктор Isabel Marrucho Ferreira. Период реализации: 2012-2016. Вклад научной организации в реализацию международной программы: Разработаны подходы к формированию нового типа полимерных ионных жидкостей на основе конденсационных полимеров с заданным комплексом свойств: повышенной термостойкостью, улучшенной механической прочностью пленок и газопроницаемостью.

9. Проект DONOS-311 “Development of novel optical sensors: From chemosensor-semiconductor hybrids to optical devices” по программе ERA.NET-RUS (Horizont 2020) 2015-2017 гг., рук. Г. Йонушаускас (Университет Бордо, Франция). Поддержано Соглашением №14.616.21.0037 между ИНЭОС РАН и Министерством образования и науки РФ, 2015-2017гг. (рук. О. А. Федорова).

10. РФФИ 12-03-92109-ЯФ\_a 2012-2013 гг. "Макромолекулярные наноструктуры, самоорганизующиеся в условиях пространственных ограничений" совместно с Kenichi Yoshikawa, 1948, Kyoto University, School of Science, Department of Physics (Япония). Вклад: Компьютерное моделирование конформационного поведения одиночной макромолекулы, состоящей из амфифильных звеньев, помещенной в сферическую пору.

11. РФФИ-13-03-92709-ИНД\_a. Индия, совместно с инженерным колледжем гор. Джайпура, рук. Проф. G. Sharma, "Дизайн и синтез новых сопряженных узкозонных полимеров на основе концепции слабый донор-сильный акцептор для солнечных батарей с объемным гетеропереходом." 2013-2014 гг. Вклад: Предложен новый подход по синтезу узкозонных полимеров, близких к “идеальным”, основанный на концепции построения узкозонных полимеров “слабый донор-сильный акцептор”. Синтезирован ряд новых мономеров в качестве слабых доноров, а также мономеров в роли сильных акцепторов. На их основе в условиях реакции Стилле разработаны узкозонные полимеры в рамках предложенной концепции “слабый-донор-сильный акцептор”. На основе новых узкозонных полимеров разработаны полимерные солнечные фотоэлементы, отвечающие мировым стандартом.

12. Двустороннее соглашение CNR (Италия) – РАН (Россия), Программа “Новые комплексы поздних переходных металлов с фосфором и фосфорсодержащими лигандами: координационная химия, реакционная способность и катализ” Координатор от России- Е.С.Шубина, Координатор от Италии - Maurizio Peruzzini (2012-2013).

13. 2. Международная лаборатория “Гомогенный катализ для экологически безопасного развития” в рамках совместного консорциума лабораторий России, Франции, Италии координатор R.Poli, координатор от России Е.С.Шубина, (2012-2015) Поддержано: РАН, CNR, CNRS

14. Грант РФФИ- Национальный исследовательский совет Италии №15-53-78027 "Системы для химического хранения водорода на основе амин-боранов: синтез катализаторов дегидрирования и комбинированное спектральное и теоретическое исследование механизма выделения водорода из комплексов переходных металлов с амин-боранами." (2015-2017) Рук. Шубина Е.С.

15. Грант РФФИ - НЦНИ (Франция) №12-03-93112 “Экспериментальное и теоретическое исследование механизма каталитического асимметрического гидрирования кратных связей комплексами родия и иридия с дифенилфосфинферроценлигандными лигандами” (2012-2014) Рук. Белкова Н.В.

16. РФФИ 12-03-93111-НЦНИЛ\_a (2012-2014) RFBR (Russia)-CNRS (France). «Каталитическая СН-функционализация/активация под действием металлокарбеноидов в синтезе трифторметилсодержащих соединений». Разработана эффективная стратегия прямой СН-функционализации индола и его производных основанная на внедрении CF<sub>3</sub>-содержащего карбена, генерированного из метил-3,3,3-трифтор-2- diazoпропионата при катализе три-фторацетилацетонатом меди. Реакции позволяют с высокой селективностью водить одновременно трифторметильную и карбоксилатную функциональные группы во второе или третье положение индольного ядра. Данный метод был успешно применен для синтеза трифторметилсодержащих пауллонов – новых представителей известного семейства потенциальных ингибиторов циклинзависимых киназ.

## 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

Тема № 44. (Фундаментальные основы химии). Наименование: Проведение комплексных теоретических, физико-химических и экспериментальных исследований химического строения, реакционной способности и способов получения металлоорганических, элементоорганических, координационных и высокомолекулярных соединений, включая оптически активные, с целью создания веществ и материалов с заданными свойствами для потребностей высокотехнологичных областей промышленности, биотехнологии, медицины и сельского хозяйства в соответствии с требованиями по безопасности, экологичности и энергосбережению.

1. С целью создания новых типов эффективных экстрагентов f-элементов разработан технологичный процесс получения фосфорилированных вторичных спиртов. 1-(Дифенил-фосфорил)пропанол по степени извлечения из кислых сред лантанидов превосходит соответствующий кетон (высокоэффективный экстрагент). Разработаны методы синтеза модифицированных карбамоилметилфосфиноксидов, содержащих в амидном фрагменте дополнительный координирующий центр. Нарботаны опытные образцы препаратов для оценки их экстракционной способности извлечения урана и других элементов.

2. Разработаны методы синтеза и получены ди- и тетрахлоороклатрохелатные предшественники с инкапсулированным ионом железа(II) – производные 1,2-этандитиола и этилендиамина, а также диаминные макробициклические комплексы железа(II) с двумя терминальными трет-аминоалкиламинными группами, а также спейсерсодержащие клатрохелатные комплексы железа(II) с двумя терминальными гетарилалкиламинными группами.. Полученные клеточные комплексы в настоящее время проходят *in vitro* тестирование как ингибиторы транскрипции в системах ряда модельных ферментов (в частности, РНК-полимеразы бактериофага Т7, телоизомеразы и протеазы ВИЧ), а также АД-МЕТ-тестирование на всасывание, распределение, метаболизм, выведение и токсичность.

3. На основе 3-амино-о-карборана и малеинового ангидрида получен (N-карборан-3-ил)малеимид, перспективный реагент для получения биологически активных карборанов. Получены конъюгаты (N-карборан-3-ил)малеимида с гидрохлоридами L-цистеина и его L-этилового эфира для дальнейших биологических испытаний. При реакции 1,3-диполярного [2+3]-циклоприсоединения 1-азидометил-о-карборана с малеимидзамещенным порфирином получен карборанилпорфирин с бициклическим азолиновым фрагментом. Полученные карборанилпорфирины обладают повышенным сродством к раковым клеткам, что позволяет использовать их в качестве потенциальных препаратов для бор-нейтронозахватной и фотодинамической терапии рака. Синтезированы конъюгаты борных полиэдров с биологически активными соединениями, обеспечивающими адресную доставку бора в клетки опухоли для бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) рака. Впервые синтезированы конъюгаты клосо-додекабората и бис(1,2-дикарболлид)кобальта с 2'-этинилдезоксинуридином путём раскрытия их циклических оксониевых производных этинилдезоксинуридином, изучена цитотоксичность полученных соединений с применением МТТ-теста и выявлены наименее токсичные вещества для дальнейших биологических испытаний. Получены карбораниламины и потенциальные интеркалаторы ДНК на их основе.

1. A. Semioshkin, A. Ilinova, I. Lobanova, V. Bregadze, E. Paradowska, M. Studzińska, A. Jabłońska, Z.J. Lesnikowski, Synthesis of the first conjugates of 5-ethynyl-2'-deoxyuridine with closo-dodecaborate and cobalt-bis-dicarbollide boron clusters. *Tetrahedron*, 2013, 69, 8034-8041. Web of science, IF 2.6. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2013.06.100/>

2. E. M. Kozinets, M. Fekete, O. A. Filippov, N. V. Belkova, E. S. Shubina, R. Poli, S. Duckett, E. Manoury “Activation of a (cyclooctadiene) rhodium(I) complex supported by a chiral ferrocenyl phosphine thioether ligand for hydrogenation catalysis: a combined parahydrogen NMR and DFT study” *Dalton Trans.* 2013, 42, 11720-11730. Web of science, IF 4.17. <https://doi.org/10.1039/C3DT51429C>

3. A.V. Dolganov, A.S. Belov, V.V. Novikov, A.V. Vologzhanina, A. Mokhir, Y.N. Bubnov, Y.Z. Voloshin, Iron vs Cobalt clathrochelate electrocatalysts of HER: first example on a cage iron complex, *Dalton Trans.*, 2013, 42, 4373 – 4376. Web of science, IF 4.17. <https://doi.org/10.1039/C3DT51429C>

4. I.G. Belaya, S.V. Svidlov, A.V. Dolganov, G.E. Zelinskii, T.V. Potapova, A.V. Vologzhanina, O.A. Varzatskii, Y.N. Bubnov, Y.Z. Voloshin, Apically linked iron(II)  $\alpha$ -dioximate and  $\alpha$ -oximehydrazonate bis-clathrochelates with hydrocarbon spacer substituents and their semi- and monoclatrochelate precursors and analogs: synthetic strategy, structure, redox and electrocatalytic properties, *Dalton Trans.*, 2013, 42, 13667 – 16678. Web of science, IF 4.17. <https://doi.org/10.1039/c3dt50881>

5. D. S. Perekalin, A. R. Kudinov. Cyclopentadienyl ruthenium complexes with naphthalene and other polycyclic aromatic ligands. *Coord. Chem. Rev.* 2014, 276, 153–173. web of science, IF 12.99. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2014.06.017>

Тема № 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). Наименование: Изучение фундаментальных и прикладных аспектов гомогенного и гетерогенного катализа, включая асимметрический, проводимого в органических растворителях и «зеленых» средах. Создание новых типов органических, элементоорганических и нано-размерных катализаторов для реализации практически важных процессов. Выяснение природы активности и стереоселективности катализаторов.

1. Разработан удобный метод синтеза функционально замещенных фосфорных аналогов CF<sub>3</sub>-фенилаланина и его гомологов. Метод основан на межмолекулярной реакции мета-тезиса альфа-алкинил-альфа-CF<sub>3</sub>-альфа-аминофосфонатов с терминальными олефинами при катализе рутениевым комплексом Граббса второго поколения (GII), приводящей к аминокосфонатам с 1,3-диеновым фрагментом в боковой цепи. Последние легко вступают в one-pot реакцию Дильса-Альдера/ароматизации, давая конечные продукты с хорошими выходами.

2. Разработаны новые методы получения биметаллических наночастиц PdFe, RuFe и PtFe с использованием наночастиц магнетита, FeO•Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, как источника Fe. Исследо-

ваны каталитические свойства полученных наноматериалов в реакциях тонкого органического синтеза, а именно, в селективном гидрировании ацетиленовой связи ( $-C\equiv C-$ ) до этиленовой ( $-C=C-$ ), селективном окислении альдегидной группы ( $-CHO$ ) до карбоксильной ( $-COOH$ ).

3. С целью выяснения природы активности и стереоселективности клозо-родакарборановых каталитических систем в региоселективной реакции гидроформилирования проведены каталитические исследования в ряду алкенов различного строения с сингазом ( $CO/H_2$ ) в присутствии (пи-аллил)родакарборанов с добавками фосфитов и/или фосфинов в качестве со-катализаторов. Полученные результаты свидетельствуют о высокой активности металлакарборанов и региоселективности процесса в данных условиях реакции.

1. S.E. Lyubimov, E.A. Rastorguev, K.I. Lubentsova, A.A. Korlyukov, V.A. Davankov, Rhodium-containing hypercross-linked polystyrene as a heterogeneous catalyst for the hydroformylation of olefins in supercritical carbon dioxide, *Tetrahedron Lett.*, 54 (2013) 1116-1119. Web of science, IF 2,212, DOI: 10.1016/j.tetlet.2012.12.063

2. S.E. Lyubimov, D.V. Ozolin, P.YU. Ivanov, A. Melman, V.S. Velezheva, V.A. Davankov, The Use of Phosphite-Type Ligands in the Ir-Catalyzed Asymmetric Hydrogenation of Heterocyclic Compounds, *Chirality*, 2014, 26, 56-60. Web of science, IF 2,025, DOI: 10.1002/chir.22267

3. V.I. Maleev, T.V. Skrupskaya, L.V. Yashkina, A.F. Mkrtchyan, A.S. Saghyan, M.M. Il'in, D.A. Chusov, «Aza-Diels–Alder reaction catalyzed by novel chiral metalocomplex Brønsted acids», *Tetrahedron: Asymmetry*, 2013, 24, 178-183. Web of science, IF 2,108, <https://doi.org/10.1016/j.tetasy.2013.01.011>

4. A.V. Dolganov, A. S. Belov, V. V. Novikov, A. V. Vologzhanina, G. V. Romanenko, Y. G. Budnikova, G. E. Zelinskii, M. I. Buzin, Y.Z. Voloshin, First iron and cobalt(II) hexabromocyclorhathrochelates: structural, magnetic, redox, and electrocatalytic behavior, *Dalton Trans.*, 2015, 44, 2476–2487. Web of science, IF 4,177. DOI: 10.1039/c4dt03082f

5. P. N Kolesnikov, N. Z Yagafarov, D. L. Usanov, V. I Maleev, D. Chusov, Ruthenium-Catalyzed Reductive Amination Without an External Hydrogen Source. *Org. Lett.* , 2015, 17, 2, 173–175. web of science, IF 6.732, DOI:10.1021/ol503595m

Тема № 48 (Фундаментальные физико-химические исследования механизмов физиологических процессов и создание на их основе фармакологических веществ и лекарственных форм для лечения и профилактики социально значимых заболеваний). Наименование: Разработка и синтез новых типов биологически активных органических, элементоорганических и высокомолекулярных соединений для потребностей медицины, ветеринарии и агрохимии.

1. Впервые показана возможность асимметрического гидрирования 8-метил-2,4,5,6-тетрагидро-1H-пиразино[3,2,1-jk]карбазола на металлокомплексных катализаторах с от-

крытием доступа к энантиоселективному и одностадийному получению антидепрессанта Пиразидола.

2. Синтезирован алкалоид цефалотаксин и его предшественник пентациклический цис-диол. Используются две новые реакции на ключевых стадиях сборки пентациклического скелета алкалоида: а) превращение N-трет-бутоксикарбонил-1-азаспиро[4.4]нон-7-ена в спиробициклический карбамат под действием палладиевого катализатора; б) каталитическая реакция внутримолекулярного арилирования бензодиоксольной системы спиропроизводным спирта аллильного типа под действием металлокомплексного катализатора на основе иридия и олова.

3. Разработаны 2 способа получения 1-(8-метокси-4,8-диметилнонил)-4-(1-метил-этил)бензола – известного инсектицида, обладающего активностью ювенильного гормона на основе растительного возобновляемого сырья.

1. Burova, T. V.; Grinberg, N. V.; Tur, D. R.; Papkov, V. S.; Dubovik, A. S.; Shibanova, E. D.; Bairamashvili, D. I.; Grinberg, V. Y.; Khokhlov, A. R. Ternary Interpolyelectrolyte Complexes Insulin-Poly(Methyl-aminophosphazene)-Dextran Sulfate for Oral Delivery of Insulin. *Langmuir* 2013, 29, 2273-2281., web of science, Импакт-фактор 3.993, DOI: 10.1021/la303860t.

2. Grinberg, V. Y.; Burova, T. V.; Grinberg, N. V.; Dubovik, A. S.; Concheiro, A.; Alvarez-Lorenzo, C. Binding Affinity of Thermoresponsive Polyelectrolyte Hydrogels for Charged Amphiphilic Ligands. A DSC Approach. *Langmuir* 2014, 30, 4165-4171., web of science, Импакт-фактор 3.993, DOI: 10.1021/la5005984.

3. Valentin V. Novikov, Oleg A. Varzatskii, Valentina V. Negrutska, Yurii N. Bubnov, Larisa G. Palchykovska, Igor Y. Dubey, Yan Z. Voloshin, Size matters, so does shape: Inhibition of transcription of T7 RNA polymerase by iron(II) clathrochelates. *J. Inorg. Biochem.* 2013, 124, 42-45. Web of science, IF 3.205, <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2013.03.005>

4. Velezheva V.S., Fedorova I.N., Babii O.L., Anisimov A.A., Bushmarinov I.S., Peregudov A.S. Diastereoselective Synthesis of Dispiropseudoindoxyls and Preparation of 9-Oxopyrrolo[1,2-a]indoles. *Curr. Org. Synth.* 2015, 12 (4), 457-465. web of science, IF 1.34, <http://dx.doi.org/10.2174/1570179412666150305232136>

5. Mikhail V. Makarov, Ekaterina Yu. Rybalkina, and Valery K. Brel. 3,5-Bis(arylidene)-4-piperidones Modified by Bisphosphonate Groups as Novel Anticancer Agents. *Phosphorus, Sulfur and Silicon and the Related Elements.* 2015, 190: 5-6, 741-746, doi: 10.1080/10426507.2014.976338. web of science, IF 0.723.

45. (Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов). Наименование: Получение принципиально новых фундаментальных знаний о строении, синтезе и свойствах органических, элементоорганических и металлосодержащих полимерных структур и композитов. Теория и математическое моделирование высокомолекулярных соединений. Создание ин-

теллектуальных, функциональных полимеров и многокомпонентных полимерных систем для водородной энергетики, космической и специальной техники, а также медицины.

1. Синтезированы два новых триадиазолсодержащих полупроводниковых полимера (P1 и P2). На их основе и производных фуллерена (PC60BM и PC70BM) разработаны солнечные фотоэлементы (СФ) с эффективностью (КПД) 3.45 и 1.19%. Высокое значение КПД полимера P1 (3.45%) в составе СФ связано с высокими значениями тока короткого замыкания, напряжения холостого хода и мобильностью зарядов, благодаря планарности полимерной структуры и низко расположенной ВЗМО. При допировании СФ (P1: PC70BM) диодоктиллом эффективность повышается до 5.3%, что связано с повышением степени кристалличности и, как следствие, более сбалансированным транспортом зарядов. Новые сополимеры являются перспективными материалами для создания высокоэффективных органических солнечных фотоэлементов в качестве дешевых экологически чистых возобновляемых источников энергии.

2. Впервые определены основные закономерности реакции ароматического нуклеофильного замещения при сверхвысокоскоростном смешении. Установлено, что в этих условиях в 5 раз сокращается время процесса и на 10% увеличивается выход продукта (II). На основе соединения (II) получен новый «А-Б» мономер (I) для синтеза АБПБИ-О по схеме – «мономер-изделие» в среде ПФК, без выделения полимера. Новая мембрана АБПБИ-О демонстрирует эксплуатационные свойства, сравнимые с коммерческими фирмы BASF(PEMEAS).

3. Разработан новый оригинальный подход к формированию нековалентных криогелей на основе желатина с целью их дальнейшего использования в качестве широкопористых подложек для культивирования животных клеток и создания тканеинженерных конструкций. Изучено влияние температуры криогенной обработки на характер пористости у образующихся криогелей, начаты биологические испытания полученных материалов. Впервые получены данные об особенностях диффузии стероидных соединений в массе носителей из криогеля ПВС, используемых в биотехнологических процессах биотрансформации стероидных субстратов.

1. Kuchkina N.V., Yuzik-Klimova E.Yu., Sorokina S.A., Peregudov A.S., Antonov D.Yu., Gage S.H., Boris B.S., Nikoshvili L.Z., Sulman E.M., Morgan D.G., Mahmoud W.E., Al-Ghamdi A.A., Bronstein L.M., Shifrina Z.B. Polyphenylenepyridyl dendrons with functional periphery and focal points: syntheses and applications // *Macromolecules*. - 2013, - V. 46 (15), - P. 5890-5898. Web of science, IF 5.554. <https://10.1021/ma401043u>

2. A.S. Shaplov, R. Marcilla, D. Mecerreyes. Recent Advances in the design of poly(ionic liquid)s for polymer electrolytes. *Electrochim. Acta*, 2015. V. 175. P. 18-34. web of science, <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2015.03.038>). IF=4,803.



3. M. L. Keshtov, D. V. Marochkin, V. S. Kochurov, A. R. Khokhlov, E. N. Koukara G. D. Sharma, New conjugated alternating benzodithiophene-containing copolymers with different acceptor units: synthesis and photovoltaic application, *J. Mater. Chem. A*, 2014, 2, 155–171.

Импакт-фактор 6.171, web of science, DOI: 10.1039/c3ta12967e.

4. I.A.Rodionov, N.V.Grinberg, T.V.Burova, V.Ya.Grinberg, V.I.Loizinsky. Cryostructuring of polymeric systems. 40. Proteinaceous wide-pore cryogels generated by the action of denaturant/reductant mixtures on bovine serum albumin in moderately-frozen aqueous media. *Soft Matter*, 2015, 11, 4921-4931. web of science, IF 3.798, DOI: 10.1039/C4SM02814G.

5. Grinberg, V.Y.; Senin, A.A.; Grinberg, N.V.; Burova, T.V.; Dubovik, A.S.; Potekhin, S.A.; Erukhimovich, I.Y. High pressure effects under phase separation of aqueous solutions of poly(N-isopropylacryamide): A HS-DSC study. *Polymer* 2015, 64, 14-18. web of science, IF 3.586, DOI: 10.1016/j.polymer.2015.03.018

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

Информация не предоставлена

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

1. Atom- and Step-Economical Preparation of Reduced Knoevenagel Adducts Using CO as a Deoxygenative Agent. Pavel N. Kolesnikov, Dmitry L. Usanov, Evgeniya A. Barablina, Victor I. Maleev, Denis Chusov. *Org. Lett.*, 2014, 16, 5068–5071. DOI: 10.1021/ol502424t Impact Factor: 6. 732.

2. Reductive Amination without an External Hydrogen Source. D. Chusov, B. List. *Angewandte Chemie International Edition*, 2014, 53, 5199-5201. DOI: 10.1002/anie.201400059 Impact Factor: 11.709.

3. Yu.V. Nelyubina, L.N. Puntus, K.A. Lyssenko, The Dark Side of Hydrogen Bonds in the Design of Optical Materials: A Charge-Density Perspective, *Chem. Eur. J.*, 2014, 20, 2860-2865, 10.1002/chem.201300566 (Web of Science, Impact factor 5.771).

4. Multifunctional Nanohybrids by Self-Assembly of Monodisperse Iron Oxide Nanoparticles and Nanolamellar MoS<sub>2</sub> Plates, Kabachii Yu. A., Golub A. S., Kochev S. Yu., Lenenko N. D., Abramchuk S. S., Antipin M. Yu., Valetsky P. M., Stein B. D., Mahmoud W. E., Al-Ghamdi A. A., Bronstein L. M. *Chem. Mater.* 2013. V. 25. P. 2434–2440. Impact Factor 9.407. DOI: 10.1021/cm400363n

5. B. Sivaev, V. I. Bregadze, Lewis Acidity of Boron Compounds, *Coord. Chem. Rev.*, 2014, 270-271, 75-88. (IF 12.239). <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2013.10.017>

6.L.Jain, V.K.Jain, N.Kushwah, M.K.Pal, A.P.Wadawale, V.I. Bregadze, S.A.Glazun, Chalcogenocarboranes: A family of multifaceted sterically demanding ligands, *Coord. Chem. Rev.*, 2014, 258-259, 72-118 (IF 12.239). <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2013.09.003>

171. Yu.V. Nelyubina, K.A. Lyssenko, Probing ionic crystals by the invariom approach: an electron density study of guanidinium chloride and carbonate, *Chem. Eur. J.*, 2015, 21, 9733-9741 (Web of Science, Impact factor 5.771), DOI: 10.1002/chem.201500296

8.Novikov V. V., Pavlov A. A., Nelyubina Yu.V., Boulon M.-E., Varzatskii O.A., Voloshin Y. Z., Winpenny R.E.P., A trigonal prismatic mononuclear cobalt(II) complex showing single-molecule magnet behavior, *J. Am. Chem. Soc.*, 2015, 137, 9792 – 9795, (импакт-фактор 12.113), DOI: 10.1021/jacs.5b05739

9.Novikov V. V., Pavlov A. A., Belov A. S., Vologzhanina A. V., Savitsky A., Voloshin Y.Z., Transition Ion Strikes Back: Large Magnetic Susceptibility Anisotropy in Cobalt (II) Clathrochelates, *J. Phys. Chem. Lett.*, 2014, 5, 3799–3803, (импакт-фактор 8.539), DOI: 10.1021/jz502011z

10. Kuchkina N., Morgan D., Kostopoulou A., Lappas A., Brintakis K., Boris B., Yuzik-Klimova E., Stein B., Svergun D., Spilotros A., Sulman M., Nikoshvili L., Shifrina Z., Bronstein L., Hydrophobic Periphery Tails of Polyphenylenepyridyl Dendrons Control Nanoparticle Formation and Catalytic Properties // *Chem.Mater.* 2014, V. 26, №19, P. 5654–5663. DOI: 10.1021/cm502336n, IF-8.535.

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

Общее количество 341.

1. РНФ № 14-23-00231 «Создание фундаментальных основ альтернативных методов синтеза основных классов кремнийорганических соединений в жидких неорганических средах при повышенном давлении». Срок выполнения 2014- 2018. Общий объем финансирования 100 млн. руб.

2. РНФ № 14-13-00801. «Активация ЕН связей (Е = С, N, О, В, металл) и превращения малых молекул в координационной сфере переходных металлов в реакциях гидрирования/дегидрирования». 2014-2016. Общий объем финансирования проекта 15 млн. руб.

3. РНФ № 14-13-01273 “Разработка новых высокотехнологичных полимерных покрытий волоконных оптических световодов”. 2014-2016 гг. 14,5 млн. руб.

4. РНФ 14-13-00745, «Самоорганизация сложных систем амфифильных макромолекул». 2014-2018 г. 14.8 млн. руб.

5. РНФ №14-13-00544 "Биомиметический дизайн ферментоподобных наноструктурированных катализаторов на полимерной основе" 2014-2016 гг. 15 млн. руб.

6. РФФ 15-13-00061, «Антифрикционные покрытия на основе кремнийорганических макромолекулярных щеток», 2015-2017 г. 15 млн. руб.

7. РФФ 14-13-00724, Молекулярная индустрия клеточных комплексов металлов как предшественников топологических лекарств, антифибриллогенных препаратов и биомолекулярных зондов, 2014 – 2016 год, 15.000.000 рублей.

8. РФФ 14-13-00884, «Универсальный кристаллохимический подход для описания структуры и предсказания свойств кристаллических фаз различной природы», 2014-2016, 15 млн. 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**

За отчётный период в ИНЭОС РАН было успешно выполнено десять проектов в рамках федеральных целевых программ (ФЦП) Министерства образования и науки РФ, а именно: 8435 «Создание новых органических и металлоорганических соединений, обладающих ценными свойствами для нужд тонкой химической и нефтедобывающей промышленности» (рук. д.х.н. Перекалин Д.С., лаборатория п-комплексов переходных металлов); 8533 «Получение и исследование светопреобразующих систем: молекулярный и супрамолекулярный подход» и 14.616.21.0037 «Работка новых оптических сенсоров: от хемосенсорных полупроводников до оптических устройств» (рук. д.х.н. Фёдорова О.А., лаборатория фотоактивных супрамолекулярных систем); 8531 «Разработка методов получения антидерпессанта пиразидола и его аналогов с использованием металлокомплексного катализа для применения в качестве нейропротекторного или ноотропного средства» (рук. д.х.н. Вележева В.С., лаборатория синтеза биологически активных гетероциклических соединений); 8450 «Эффективные каталитические системы на основе металлополимеров в синтезе фармпрепаратов» (рук. д.х.н. Сульман М.Г., группа синтеза полимеров); 8021 «Исследование процессов самоорганизации в композитных поли-

мерных материалах методом компьютерного моделирования» и 8643 «Новые биосовместимые наноматериалы на основе ультрапористых полисахаридов» (рук. акад. Хохлов А.Р., лаборатория физической химии полимеров); 8650 «Получение и исследование нового поколения ДНК-сенсоров, содержащих олигокатионные последовательности» (рук. к.х.н. Давыдова Н.Е., лаборатория физической химии полимеров); 8742 «Создание новых ферромагнитных жидкостей на основе ассоциирующихся полимеров для применения в нефтедобыче» (рук. к.х.н. Барабанова А.И., лаборатория физической химии полимеров); 8848 «новые p-сопряженные узкозонные сополимеры и разработка на их основе солнечных фотоэлементов с объемным гетеропереходом» (рук. к.х.н. Кештов М.Л., лаборатория физической химии полимеров).

## **Внедренческий потенциал научной организации**

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

Информация не предоставлена

### **19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые**

**были внедрены за период с 2013 по 2015 год**

В рамках договора о сотрудничестве с государственной корпорацией по атомной энергии «РОСАТОМ» разработаны новые экстрагенты для переработки высокоактивных атомных отходов. Экстрагенты на основе циклических дилактамов пиридин-2,6-дикарбоновой кислоты (2,5,9,12-тетраалкилбензо[f]хинолино-[3,4-b][1,7]нафтиридин-6,8(5Н,9Н)-дионы) эффективны для отделения минорных актинидов (нептуния, америция и кюрия) от лантанидов, тогда как экстрагенты на основе диамидов 4,7-дихлор-1,10-фенантролин-2,9-дикарбоновой кислоты эффективны для разделения лантанидов легких и тяжелых лантанидов.

В рамках договора с НИФ «Ультрасан» были разработаны и синтезированы для проведения испытаний новые ферроценилалкилированные производные дипиразолилселена, которые используются в качестве селенсодержащей добавки в различных биологически активных добавках и пищевых продуктах специального назначения, выпускаемых фирмой «Ультрасан». Одно из разработанных соединений показало положительный результат и в настоящее время патентуется совместно ИНЭОС и «Ультрасан».

В рамках проекта № СХ 13247 от 9.04.2013 г, совместно с ООО «НИОСТ» (научно-исследовательский центр ПАО «СИБУР Холдинг», г. Томск), разработана технология производства бутадиен-стирольного синтетического каучука 4-го поколения, путем модифицирования промышленной марки ДССК2560 по реакции радикально-инициируемого гидротииолирования.

В рамках проекта № СХ 15224 от 27.02.2014 г, совместно с ООО “НИОСТ” разработан метод оптимизации процесса получения бутилкаучука при температуре пропанового холода с использованием борорганического катализатора.

## **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**

Разработка препаратов для фотодинамической и нейтронозахватной терапии онкологических заболеваний на основе фторированного карборанилпорфирина и борированного природного хлорина.

1. Договор № 10/09-14 от 10 сентября 2014 г. Заказчик ООО "Пермская химическая компания".
2. Договор № 2015/02-02 с 02.02.2015 по 30.06.2015г.г. Заказчик ООО «ВЕТА-ГРАНД».
3. Договор № 3/2015/08-12 от 08 декабря 2015 г. ООО «ВЕТА-ГРАНД».
4. Договор между ИНЭОС РАН и китайско-российским технопарком в г. Чанчун в 2013-2014г. «Синтез бор- и кремний-содержащих соединений, полимеров и биологически-активных соединений на их основе» (стоимость 100 000 \$)

Разработаны методы синтеза новых соединений на основе полиэдрических кластеров бора, содержащих функциональные группы (гидрокси-, карбокси-, нитрильные и этилильные группы, аминокислоты), позволяющие получать конъюгаты борных кластеров с биологически активными молекулами для создания борсодержащих медицинских препаратов для использования в бор-нейтронозахватной терапии рака.

5. Договор СН 2015.23 между ИНЭОС РАН и компанией LG в области синтеза и исследования новых полиимидов (2015 г.).

6. ДОГОВОР № 2015-09-01/1 на выполнение научно-исследовательских работ с Федеральным госу дарственным бю джетным учреждение науки Институтом синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Р АН (ИСПМ Р АН)

7. ДОГОВОР № 2015-09-09/5 с Федеральным госу дарственным бю джетным учреждением науки Институтом физическ ой химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН (ИФХЭ Р АН).

8. ДОГОВОР-СЧЁТ № 1/71-1 от « 27 » апреля 2015 г . с ООО Научно-исследовательский центр «САЗИ».

9. Контракт № 2014/94 от «27» декабря 2013 г . НИР по теме: «Синтез и физико-химические исследования новых органических соединений амидов и су льфаниламидов», апрель 2014 - июль 2015.

10. Контракт № 2014/95 от «27» декабря 2013 г . НИР по теме: «Исследование возможности разработки методик синтеза органических реагентов для качественного анализа неорганических веществ», апрель 2014 - июль 2015.

11. Договор с ООО «Технология лекарств» на разработку эмболизирующих и хемозкболизующих микросфер в рамках Г осударственного контракта № 14411.2049999.19.057

«Доклинические исследования лекарственного средства для эмболизирующей терапии рака печени», Шифр «2.1 Микросферы 2014»

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

Гранты Президента Российской Федерации по государственной поддержке молодых российских ученых-кандидатов и докторов наук:

МК-5181.2013.3; Верификация точности количественных данных, получаемых в рамках полуэмпирических моделей описания кристаллов органических и координационных соединений; Руководитель - Вологжанина Анна Владимировна

МК-4842.2013.3; Температурно-индуцированные спиновые переходы и молекулярная природа кооперативных взаимодействий в макробициклических трис-диоксиматах кобальта(II) по данным современных методик ЭПР и ЯМР; Руководитель - Новиков Валентин Владимирович

МК-382.2014.3; Р(III)/P(V)-Гибридные пинцерные лиганды: синтез, комплексообразующие свойства и каталитическая активность металлокомплексов; Руководитель - Александия Диана Владимировна

МК-4261.2014.3; Циклогексадиенильные комплексы рутения в металлоорганическом синтезе и катализе; Руководитель - Перекалин Дмитрий Сергеевич

МК-5227.2015.3; Ароматические металлоорганические соединения; Руководитель - Айсин Ринат Равильевич

МК-7267.2015.3; Универсальный критерий достоверности и точности геометрических параметров, полученных по данным порошковой дифракции; Руководитель - Бушмаринов Иван Сергеевич

МК-6137.2015.3; Восстановительное аминирование без внешнего источника водорода; Руководитель - Чусов Денис Александрович

МД-3589.2014.3; Взаимосвязь электронного строения и физических характеристик кристаллов на основе квантово-топологического подхода; Руководитель - Корлюков Александр Александрович

Двусторонние соглашения о международном сотрудничестве.

1. Конфиденциальное соглашение по разработке новых микроаналитических методов элементного анализа фторированных полимеров (Германия, САС ТЕХ ГМБХ).

2. Конфиденциальное соглашение по разработке новых микроаналитических методов элементного анализа полихлорсилановых полимеров (Германия, Институт шерсти при Университете Фрайберга).

3. Функционализированные бисфосфонаты и фосфонокарбоксилаты в качестве селективных ингибиторов биологических рецепторов. Направленный синтез новых биологически активных соединений (Германия, Университет Бремена).

4. Соглашение о научном и обучающем сотрудничестве между ИНЭОС РАН и CNRS (Франция Laboratoire de Chimie de Coordination, Toulouse, France).

5. Исследование межфазных взаимодействий в нано-системах, образованных водой с органическими и биологическими поверхностями, методами машинного эксперимента. (Германия, Университет Гейдельберга)

6. Меморандум договоренности о сотрудничестве в области синтеза, получения структурных и оптических характеристик новых органических и металлоорганических соединений (США, Университет Нью-Мексико Хайленд, г. Лас-Вегас).

7. Договор о научно-техническом сотрудничестве (Украина, ООО «БЕНТА»).

8. Разработка технологий производства субстанций синтетических лекарственных веществ с использованием современных технологических и аппаратурных методов интенсификации (Украина, Национальный фармацевтический университет).

9. Исследования в области аминофосфорных соединений, внедрения прогрессивных технологий и взаимного развития научно-производственного потенциала (Казахстан, Карагандинский государственный университет имени Е.А.Букетова).

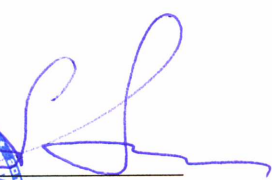
10. Договор о научном сотрудничестве в области исследования биологически активных соединений для сельского хозяйства, а также изучения состава и оптической активности российской и азербайджанской нефти (Азербайджан, Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана).

11. Соглашение о разработке новых высокопроводящих полимерных материалов на основе мономерных ионных жидкостей (Франция, Universite de Cergy-Pontoise).
12. Меморандум о научном сотрудничестве (Чехия Университет г. Пардубице).
13. Меморандум о научном сотрудничестве (Германия, Бранденбургский Университет).
14. Супрамолекулярные системы в химии и биологии -совместная лаборатория (Россия, Франция, Германия, Украина).
15. Гомогенный катализ для устойчивого развития - совместная лаборатория (Россия, Франция, Италия).
16. Меморандум о научном сотрудничестве (Химический факультет Университета г. Лунд, Швеция).
17. Меморандум о намерениях (Университет г. Зиген, Германия).
18. Меморандум о научном сотрудничестве (Ростокский университет, Институт органического катализа им. Лейбница, Германия).
19. Соглашение о развитии сотрудничества в области научных исследований (Университет Ольденбурга им. Осецки, Германия).
20. Соглашение (Ближневосточный технический университет, Турция).
21. Соглашение (Токийский институт технологии, Япония).
22. Соглашение (Исследовательский центр инжиниринга и науки, Индия).
23. Меморандум о научном сотрудничестве (Технический институт г. Лиссабон, Португалия).

ФИО руководителя \_\_\_\_\_

*Музафаров А.М.*

Подпись \_\_\_\_\_



Дата 19.05.2017

