

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук
(ИОХ РАН)**

Отчет по основной референтной группе 6 Органическая и координационная химия
Дата формирования отчета: **25.05.2017**

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

1. Лаборатория химии аналогов карбенов и родственных интермедиатов № 1
2. Лаборатория гетероциклических соединений № 3
3. Лаборатория химии карбенов и малых циклов № 5
4. Лаборатория химии diaзосоединений № 6
5. Лаборатория полинепредельных соединений № 7
6. Лаборатория функциональных органических соединений № 8
7. Лаборатория карбоциклических соединений № 10
8. Лаборатория тонкого органического синтеза им. И.Н. Назарова № 11
9. Лаборатория органического синтеза № 12
10. Лаборатория исследования гомолитических реакций № 13
11. Лаборатория разработки и исследования полифункциональных катализаторов № 14
12. Лаборатория химии полимеров № 16
13. Лаборатория медицинской химии № 17
14. Лаборатория ароматических азотсодержащих соединений № 18
15. Лаборатория азотсодержащих соединений № 19



16. Лаборатория катализа на редких и рассеянных элементах № 20
17. Лаборатория химии углеводов № 21
18. Лаборатория химии стероидных соединений № 22
19. Лаборатория гетерофункциональных соединений № 25
20. Лаборатория металлокомплексных и наноразмерных катализаторов № 30
21. Лаборатория полисераазотистых гетероциклических соединений № 31
22. Лаборатория катализа нанесенными металлами и их оксидами № 35
23. Лаборатория катализа переходными металлами и их соединениями № 38
24. Лаборатория каталитических реакций окислов углерода № 40
25. Лаборатория химии нитросоединений № 42
26. Лаборатория математической химии и компьютерного синтеза № 44
27. Лаборатория компьютерного обеспечения химических исследований № 50
28. Лаборатория химии гликоконъюгатов № 52
29. Группа «Лаборатория катализа и процессов в сверхкритических средах» совместно с Химическим факультетом Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова № 15
30. Группа «Международный аналитический центр» совместно с компаниями ООО «ИНТЕРЛАБ» и Analytik Jena AG (Йена, Германия) № 47
31. Группа «Международная Аналитическая Лаборатория» совместно с компанией «Брукер» № 49
32. Учебно-научный отдел (гр. № 58). Научная специализация: Квантовохимическое моделирование ферментокатализируемых реакций.
33. Лаборатория экологической химии и металлокомплексного катализа на базе Лаборатории разработки и исследования полифункциональных катализаторов № 14 ИОХ РАН и Лабораторий экологической химии и металлокомплексного катализа Химфака МГУ для выполнения гранта РФФИ № 14-33-0001 по теме «Наноразмерные адсорбенты и катализаторы для утилизации углекислого газа» (приказ ИОХ РАН № 35 от 30.10.2014 г.)
34. Лаборатория халькогеназотсодержащих гетероциклов на базе Лаборатории полисераазотистых гетероциклических соединений ИОХ РАН № 31 и НОЦ «Нанотехнологии» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ) (г. Челябинск) для выполнения гранта РФФИ № 15-13-10022 по теме: «Новые материалы для фотоники и спинтроники на основе халькогеназильных гетероциклов» (приказ ИОХ РАН № 15 от 10.03.2015 г.).

3. Научно-исследовательская инфраструктура

Институт обладает уникальным парком современных физико-химических приборов.

В ИОХ РАН функционирует Центр коллективного пользования ЯМР-спектроскопии ИОХ РАН (создан по приказу №2А от 2.02.2005 г.) на базе оборудования, в основном, Отдела структурных исследований (лаб. № 30, гр. № 47, гр. № 49, рук. Отд., зав. лаб. №



30 член-корр. РАН В.П. Анаников), укомплектованный 5-ю спектрометрами высокого разрешения фирмы Bruker: Avance DRX 500, Avance II 600, Avance III 400 WB, AC-200, AC-200m), что обеспечивает спектральную поддержку научных исследований в области химии, биохимии и фармакологии. В частности, прибор марки DRX-500 МГц позволяет применять современные методики многомерной спектроскопии на всех ядрах, а AVANCE DRX-600 с рабочей частотой 600 МГц позволяет работать как с гомоядерными, так и с гетероядерными спектрами. Благодаря чрезвычайно высокой чувствительности прибор позволяет уверенно регистрировать спектры веществ с концентрациями около 1 ммоль/л. Твердотельный (измерения в твердом теле и микротомография) ЯМР спектрометр Bruker AVANCE III с рабочей частотой 400 МГц позволяет проводить локальный анализ структуры твердых тел (micro-imaging), что существенно расширило круг объектов, исследуемых в Институте с применением метода ЯМР спектроскопии.

В рамках ЦКП активно используется микроскоп электронный сканирующий FE-SEM Hitachi SU-8000 (Япония) с блоком локального элементного анализа, с системой напыления тонких пленок и приставкой – Энерго-дисперсионный спектрометр OXFORD X-MAX80, а также наноманипулятор Kleindeik для электронного микроскопа.

Ряд вопросов, связанных с обеспечением ИОХ РАН современным оборудованием, решается с помощью, созданного в 2006 г. в Институте аналитического Центра «Международная Аналитическая Лаборатория» (гр. № 49, рук. гр. к.х.н. А.С. Дмитренко), в котором установлены два современных масс-спектрометра высокого разрешения Bruker MicroTOF и Bruker Maxis.

В 2012 г образован совместно с компаниями ООО "ИНТЕРЛАБ" и Analytik Jena AG (Йена, Германия) «Международный Аналитический Центр» - аналитический исследовательский Центр для проведения совместных работ в области элементоорганической, физической аналитической химии и катализа (гр. № 47, рук. гр. к.х.н. В.Н. Беляев).

«Международный Аналитический Центр» (гр. № 47) укомплектован оборудованием, часть рабочего времени которого используется сотрудниками Института:

- Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой PlasmaQuant MS Elite Analytik Jena AG, Германия
- Система микроволновой пробоподготовки TOPwave Analytik Jena AG, Германия
- Система получения высокочистой воды Simplicity UV Merck Millipore, Германия
- Хромато-масс-спектрометр газовый Маэстро MC ООО «Интерлаб», Россия
- Высокоэффективный жидкостной хроматограф Маэстро ВЭЖХ ООО «Интерлаб», Россия
- Анализатор антиоксидантной активности Близар ООО «Интерлаб», Россия
- Анализатор серы в жидких органических веществах multi EA 5000 Analytik Jena AG, Германия
- Анализатор углерода и азота в водных растворах multi N/C 3100 Analytik Jena AG, Германия



Таким образом, на базе ИОХ РАН сформирован не имеющий аналогов приборный комплекс для решения сложных структурных задач на современном мировом уровне используя три основных взаимодополняющих метода: ЯМР, масс-спектрометрия высокого разрешения, сканирующая электронная спектроскопия.

Перечень уникальных для России методик, разработанных в ЦКП:

1. Высокоскоростная съемка спектров ЯМР ^1H и ^{13}C
2. Автоматическая обработка, каталогизация и архивация спектров ЯМР с предоставлением онлайн доступа химикам
3. Оптимизированная запись двумерных спектров ЯМР и уникальные подходы к их расшифровке
4. Систематизация условий эксперимента и параметров ЯМР для широкого круга объектов
5. Комплексная методика детального физико-химического исследования методами ЯМР-спектроскопии, масс-спектрометрии и электронной микроскопии

С 2005 г. по 2015 г. выполнено около 1 200 тыс. ЯМР-спектров. Среди основных организаций-пользователей - институты РАН, университеты Москвы и регионов, университеты и научные центры Испании, Великобритании, Швейцарии, Германии, Польши, Украины, Беларуси. На базе ЦКП реализуются образовательные программы для аспирантов, а также для студентов и школьников в рамках научно-образовательных центров ИОХ РАН.

На базе ЦКП планируется создать не имеющий аналогов в России приборный комплекс для исчерпывающего исследования молекулярных систем и реакций различной сложности. В его состав войдут современные неdestructивные комплементарные физико-химические методы исследования, которые будут дополнены новыми уникальными приборами, установками и методиками. Формирование уникального комплекса приборов даст существенное конкурентное преимущество для отечественных исследователей.

В рамках выполнения работ по гранту РФФИ №14-50-00126 по направлению «Новые органико-неорганические гибридные молекулярные системы и высокоорганизованные материалы для применения в катализе, охране окружающей среды, энергетике» и «Исследование сложных молекулярных систем и механизмов химических реакций с помощью комплекса современных физико-химических методов» в 2015 г. приобретен просвечивающий электронный микроскоп Hitachi HT7700 для определения структуры материалов в нанометровых и субнанометровых диапазонах. Для увеличения скорости работы и уменьшения радиационного повреждения образцов микроскоп снабжен цифровой CCD камерой, а для анализа кристалличности образцов - режимом получения картин дифракции в выделенной области. Просвечивающий электронный микроскоп даёт возможность изучать морфологию частиц в нанометровых масштабах, получать информацию о кристалличности участков образца. М

Просвечивающий электронный микроскоп Hitachi HT7700 также используется в ЦКП ИОХ РАН.



ЦКП ЯМР-спектроскопии ИОХ РАН официально зарегистрирован в Реестре Минобрнауки (каталог ЦКП № 354510)

В рамках инфраструктурных преобразований в ИОХ РАН, предусмотренных планом работ по комплексной Программе РНФ, создан и эффективно эксплуатируется биохимический модуль для проведения исследований органических и гибридных молекулярных систем, созданных в рамках каждого из направлений проекта.

Для биохимического модуля приобретены:

- микропланшетный/кюветный спектрофотометр Multiskan GO Thermo,
- рефрижератор для хранения образцов, приготовленных для биологических испытаний,
- инкубатора,
- ламинарный шкаф,
- центрифуга Eppendorf 5430 лабораторная с ротором FA-45-30-11 (17500 об/мин, 30130g).
- специальное вентиляционное и климатическое оборудование,

Помимо вышеперечисленного в Институте имеется восемь хромато-масс-спектрометров (включая «Финниган-LCQ», ITD-700, МСД-650, «INCOS-50») и два масс-спектрометра «Финниган-DSQ II», С,Н,N-анализатор «Perkin-Elmer», С,Н,N,S-анализатор EA 3000 «EURO VECTOR», ИК-, КРС-Фурье-, ИК-Фурье спектрометр ALPHA, УФ-, ЭПР-, атомно-адсорбционные спектрометры, Hg-анализатор PA 915+ с приставками РП 91, РП 91С «Люмэкс», фотометр-флуориметр поляризационный фильтровый, рентгеновские аппараты для структурного и фазового анализов, ЭСХА, большой парк хроматографического оборудования с рядом уникальных детекторов, включая экспериментальный образец микрополяриметрического детектора и другие приборы.

В ИОХ РАН имеется уникальное оборудование высокого давления, в частности автоклавы различного объема и баростаты для исследования процессов под давлением до 10 Кбар. Функционируют 3 установки для изучения катализаторов синтеза углеводов из СО и Н₂ под давлением (1-30 атм.), установка по матричной изоляции и изучению спектральных свойств короткоживущих молекул. Указанное оборудование используется сотрудниками ИОХ и др. научных коллективов (институтов ОХНМ РАН, Вузов и т.д.)

В ИОХ РАН имеется свыше 400 компьютеров, ~ 90% из которых объединены в локальную сеть и имеют выход в глобальную Сеть. При этом используется центральный DNS-сервер для обеспечения функционирования службы DNS Института. Работа сети поддерживается провайдером и группой обслуживания пользователей, которыми осуществляется поддержка аппаратной части (серверы, маршрутизаторы, концентраторы, кабели), а также обеспечивается функционирование программного обеспечения сетевых служб (сервера и маршрутизаторы).

В Институте свыше 350 IP-адресов, из которых ~ 20 на роутерах, обеспечивающих выход в глобальную Сеть 3-5 компьютеров каждый. Научные сотрудники обеспечены



индивидуальными адресами электронной почты и имеют возможность общения со своими коллегами, как в нашей стране, так и за рубежом.

С помощью локальной сети сотрудники Института получают ЯМР и масс-спектры анализируемых соединений в электронном виде на своих рабочих местах через файловые серверы и доступ к электронным библиотекам научной литературы.

Важную роль в информационной поддержке научных исследований продолжает играть созданный в Институте в 1991 г. Московский центр Международной научно-технической информационной сети «STN International». Основными направлениями работы Центра являются: обеспечение ученых РАН современной информацией из базы данных STN, обучение пользователей и развитие электронной библиотеки ИОХ РАН.

В ИОХ успешно продолжают работать: Центр коллективного пользования по обеспечению химических исследований (входящий в число четырех наиболее крупных отечественных суперкомпьютерных центров), Национальный WWW-сервер по химии, Центр управления научной и образовательной сети FREENet, Московский информационный центр (МИЦ) РАН - STN International.

Главное достижение МИЦ ИОХ – организация обучения студентов, аспирантов и научных сотрудников новым принципам поиска химической информации. Поиски информации выполняются не только для ИОХ РАН, но и для многих других институтов страны.

Продолжен доступ к информационно-поисковой системе SciFinder производства Chemical Abstracts Service – наиболее авторитетному информационному ресурсу по химии и химической технологии.

ИОХ РАН является организацией, координирующей работу консорциума, состоящего из 45 организаций, подведомственных ФАНО (5 библиотек и научных центров – БЕН РАН, БАН РАН, ГПНТБ СО РАН, ЦНБ УрО РАН, ЦНБ ДВО РАН, Красноярский научный центр, 41 института, 4 из которых – из отделения биологии, 2 из которых – из отделения геологии, остальные – из ОХНМ).

Для ИОХ РАН – количество авторизованных пользователей – 102 (2013 г.), 168 (2014 г.), 214 (2015 г.), количество выполненных запросов – 7928 (2013 г.), 10856 (2014 г.), 13110 (2015 г.) - данные приведены для периода с января по октябрь. Доступ был организован по гранту РФФИ № 14-00-10051 ир. По этому же гранту для сотрудников ИОХ РАН был организован доступ к полнотекстовым версиям журналов издательств Springer/Kluwer, Royal Society of Chemistry (RSC), Elsevier и базе данных рентгеноструктурного анализа – Cambridge Structural Database.

По конкурсу Минобрнауки, проведенным ГП НТБ (г. Москва) сотрудники ИОХ РАН получили доступ к библиографическим ресурсам Web of Science, SCOPUS, к полнотекстовым базам данных ACS, Taylor and Francis, Sciencе, Nature Publ.Group, Association for Psychological Science (APS).

На средства ИОХ РАН в 2015 был организован доступ к базе данных REAXYS, полнотекстовым базам данных издательств American Chemical Society (ACS) (дополнительные



журналы), Thieme, Royal Society of Chemistry journals (RSC) (дополнительные журналы), к журналу Nature Chemistry.

На 1.10.2015 г. осуществлено свыше 60 000 запросов сотрудников Института к электронным информационным ресурсам ИОХ РАН.

С использованием данной инфраструктуры за отчетный период было подготовлено и опубликовано 897 обзоров и статей в журналах индексируемых Web of Science и опубликовано 90 патентов (их них 4 – зарубежных). Лучшие достижения ИОХ РАН за 2013-2015 гг. регулярно входили в ежегодный Отчетный доклад Президента Российской академии наук.

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

Регион: г. Москва

Грант РФФИ № 15-34-70030 мол_a_мос

«Разработка тест-систем для индикации лабильных форм тяжелых металлов в тканях растений на основе селективных флуоресцентных сенсоров».

Дата начала-окончания проекта 2015-2017

Проект направлен на разработку тест-систем для индикации лабильных форм тяжелых металлов (ТМ) в тканях растений на основе селективных флуоресцентных сенсоров. Поставленная задача полностью согласуется с Постановлением Правительства Москвы от 10.07.2014 N 394-ПП "Об основных положениях новой экологической политики города Москвы на период до 2030 года». Ее решение позволит разработать принципиально новый инновационный метод оценки степени техногенного загрязнения окружающей среды; откроет принципиально новые возможности для мониторинга фитоценозов мегаполисов на содержание лабильных ТМ, оказывающих наибольший токсический эффект на метаболизм растений; и позволит поднять на качественно новый уровень точность прогнози-



рования состояния фитоценозов Москвы в условиях интенсивного техногенного давления на окружающую среду.

Регион: Вологодская обл., г. Череповец

В рамках плана «Развитие отрасли производства композитных материалов» в 2013-2015 гг. реализован инвестиционный проект ИОХ РАН в сфере разработки и применения композитных материалов.

При производстве минеральных удобрений в качестве отходов образуются ди- и полу-гидрат фосфогипса. Этот фосфогипс складировается на полигонах, которые занимают большие площади. Только на предприятии ОАО «ФосАгро-Череповец» скопилось более 100 миллионов тонн. (АО «ФосАгро-Череповец» – крупнейший в Европе производитель фосфорсодержащих удобрений, фосфорной и серной кислот, а также один из ведущих производителей NPK-удобрений, аммиака и аммиачной селитры среди российских предприятий химической промышленности; крупнейший в России экспортер фосфорсодержащих удобрений (поставки в страны Западной Европы, Азии, Америки, Африки). Два полигона имеются также в г. Воскресенске Московской области.

Отвалы фосфогипса оказывают отрицательное воздействие на состояние экологии прилегающих к полигонам территорий.

ИОХ РАН совместно с ООО «Региональная Экологическая Компания» разработали технологию получения гипсового вяжущего из фосфогипса с использованием метода механохимической активации (свидетельство на «ноу-хау» № 2014НХ-01 от 14 февраля 2014 г.) на основании патента ИОХ РАН «Способ получения гипсового вяжущего» № 2472756 от 20.01.2013 г.

Используя данную технологию, можно получать из отходов ценные строительные материалы, реализация которых позволит продолжить работы по разработке технологии извлечения из фосфогипса редкоземельных металлов. Реализация данного проекта улучшит экологическую ситуацию в местах хранения фосфогипса и будет иметь высокий экономический эффект.

По результатам работ экспертной группы была принята программа совместных работ ИОХ РАН с ОАО «ФосАгро-Череповец» (договор № 21/15 от 14.05 2015 г.). В рамках договора успешно проведены промышленные испытания на ультразвуковом кавитационном блок-реакторе. В результате промышленных испытаний было получено около 2 тонн гипсового вяжущего марки не ниже Г7.

По результатам договора стороны пришли к договоренности об открытии совместного предприятия с участием АО «ФосАгро-Череповец», ИОХ РАН, ООО «РЭК» по переработке фосфогипса в гипсовое вяжущее и открытии завода по переработке фосфогипса, производительностью не менее 50 000 тонн в год по готовому продукту на территории АО «ФосАгро-Череповец».

8. Стратегическое развитие научной организации



ИОХ РАН является международно-признанным самостоятельным научным центром, проводящим научные исследования в актуальных и важных для государства областях химии на мировом уровне. В настоящее время ИОХ РАН проводит консультации с руководителями подведомственных ФАНО, Минпромторга и Минобрнауки научных и учебных организаций о целесообразности и принципиальной возможности создания междисциплинарной интегрированной ассоциации «Центра превосходства в области химических наук» (название условное). Такая структура могла бы координировать и эффективно осуществлять комплекс мероприятий, направленных на подготовку научных и научно-производственных кадров, проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области химии и химической технологии. Согласование перспективной программы развития совместных масштабных исследований в области химии представляется весьма непростой задачей и может потребовать значительного времени.

В Институте с 2014 г. реализуется комплексная научная программа «Органические и гибридные молекулярные системы для критических технологий в интересах национальной безопасности и устойчивого развития» поддержанная грантом РНФ № 14-50-00126 (руководитель академик М.П. Егоров, 2014 – 2018 гг.).

1. Долгосрочные партнеры, в том числе из бизнес-структур и университетов на безвалютной основе.

1. МГАТХТ им. М.В. Ломоносова (МИТХТ)

Договор о совместной деятельности №2 от 1 декабря 2003 г. по наст. время с пролонгацией.

2. МГАТХТ им. М.В. Ломоносова (МИТХТ)

Договор о сотрудничестве в области научных исследований (в области биологически активных соединений) № ТС-8-355 от 01.01.2012 г. по 31.12.2014 г.

3. МГАТХТ им. М.В. Ломоносова (МИТХТ)

Договор о сотрудничестве (о создании НОЦ МИТХТ-ИОХ РАН) № НОЦ-20-102-2012 от 01.06.2012 г. по наст. время с пролонгацией.

4. РГХТУ им. Д.И. Менделеева (РХТУ)

Договор об учебно-научном сотрудничестве №1 от 14 июня 2005 г. по наст. время с пролонгацией.

5. ФГБУН Институт химии Коми НЦ УрО РАН

Договор о совместной научно-исследовательской деятельности №2 от 1 октября 2005 г. по наст. время с пролонгацией.

6. Московский городской педагогический университет (ГОУ ВПО МГПУ)

Договор о научно-педагогическом сотрудничестве №2 от 1 октября 2008 г. по наст. время с пролонгацией.

7. Кубанский государственный университет (ГОУ ВПО КубГУ)

Договор о научном сотрудничестве от 1 сентября 2009 г. по 1 сентября 2014 г.



8. Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова Росздрава (ГОУ ВПО МГМУ им. И.М. Сеченова)

Договор о социальном партнерстве от 22.03.2010 г. по 31.03.2015 г.

9. ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт) (ныне ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова).

Договор о научном сотрудничестве №1 от 17 мая 2012 г. по 17 мая 2017 г. по проведению совместных исследований в области нанотехнологий, катализа, органической и координационной химии.

10. Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи Минздрава России (НИИЭМ МЗ РФ)

Договор о сотрудничестве в области научных исследований (в области получения полипренилфосфатов и изучения их свойств) от 18.03.2014 г. по 31.12.2016 г.

11. Химический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Соглашение о создании совместной научно-исследовательской Лаборатории экологической химии от 1 апреля 2014 г. по настоящее время.

12. ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

Соглашение о научно-техническом сотрудничестве от 1 декабря 2014 г. по 31 декабря 2019 г.

13. ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)

Совместный приказ № 58/15 от 10.03.2015 г. о создании совместной Лаборатории халькоген-азотсодержащих гетероциклов в рамках НОЦ «Нанотехнология» ЮУрГУ (НИУ)

14. ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России

Договор № 2 о сотрудничестве от 16 марта 2015 г. по 31 июля 2020 г. с целью создания Базовой кафедры химии Медико-биологического факультета ГБОУ ВПО РНИМУ в ИОХ РАН.

15. Московский государственный университет дизайна и технологий»

Договор № 3 о сотрудничестве от 1 апреля 2015 г. по 31 декабря 2015 г. в области химии ароматических и гетероароматических соединений с целью использования их в качестве красителей для текстильных материалов.

16. Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский технологический институт» (НОУ ВПО МосТех)

Договор № 4 о научно-техническом сотрудничестве от 30 июня 2015 г. по 15 июня 2017 г. с пролонгацией.

17. Хэйлунцзянский университет КНР



Соглашение о международном научно-техническом сотрудничестве в области металлокомплексного катализа от 3 июля 2009 г. по настоящее время.

18. «ХАЛЬДОР ТОПСЕ А/О» (Дания)

Исследовательское соглашение 2005 года «Снижение содержания NOx в выхлопах» в рамках которого подписано Исследовательское соглашение о создании с 1 января 2007 г. ТОПСЕ-ЗЕЛИНСКИЙ Совместной исследовательской лаборатории для разработки катализаторов природоохранного назначения, которое действует по наст. время с пролонгацией.

19. Компании ООО «ИНТЕРЛАБ» и Analytik Jena AG (Германия)

Договор об образовании «Международного аналитического центра» на площадях ИОХ РАН для проведения совместных работ в области элементоорганической, физической, аналитической химии и катализа от 26 сентября 2012 г.

20. АО «Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия» г. Караганда, Республика Казахстан

Договор о научно-техническом сотрудничестве от 14 июня 2013 г. по 31 декабря 2016 г.

21. Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан

Договор № 1 о творческом содружестве по теме «Использование природных холяновых кислот для получения биологически активных соединений и изучение связи между строением веществ и их биологическим действием» от 1.03.2015 г. по 1.03.2020 г.

II. Долгосрочные партнеры, в том числе из бизнес-структур и университетов (договора и контракты).

1. В рамках долгосрочного Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ИОХ РАН и компанией «Нова Кемикалс» (Канада) (подписано в 2007 г.) по теме «Разработка катализаторов для окислительного дегидрирования этана» в 2013-2015 гг. действовали следующие контракты:

- 1.1. «Нова - 4» (2011-2013 гг.);
- 1.2. «Нова - 5» (2012-2013 гг.);
- 1.3. «Нова - 6» (2013-2014 гг.);
- 1.4. «Нова - 7» (2014-2015 гг.);
- 1.5. «Нова - 8» (2015-2016 гг.)

2. В рамках долгосрочного Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ИОХ РАН и компанией «Мерк» (Канада) по теме «Применение ионных жидкостей в органическом синтезе» (подписано в 2007 г.) действовал контракт:

«Мерк - 4» (2013-2015 гг.)

3. В рамках долгосрочного Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ИОХ РАН и фирмой «Хальдор Топсе» (Дания) (подписано в 2005 г.) по теме «Снижение содержания NOx в выхлопах» в 2013-2015 гг. действовали следующие контракты по теме «Катализаторы De-NOx для автомобильной промышленности»:



3.1. «Топсе - 3» (2011-2013 гг.);

3.2. «Топсе - 4» (2013-2016 гг.);

4. В рамках долгосрочного Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ИОХ РАН и фирмой «Ланксес» (Германия) (подписано в 2007 г.) в 2013-2015 гг. действовали следующие контракты:

4.1. «Ланксес - 2» (2010-2014 гг.);

4.2. «Ланксес - 3» (2012-2013 гг.);

5. В рамках долгосрочного Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ИОХ РАН и компанией «Шеврон» (США) (подписано в 2007 г.) в 2013-2015 гг. получен совместный грант АФГИР RUC1-30038-МО-13 (2013-2014 гг.).

6. В рамках долгосрочного Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ИОХ РАН и компанией «Мишлен» (Франция) (подписано в 2006 г.) в 2013-2015 гг. действовали следующие контракт:

6.1. «Сравнение реакционной способности диполей в реакциях 1,3-циклоприсоединения. Поиск новых эффективных 1,3-диполей как вулканизирующих агентов для ненасыщенных соединений» (2011-2014 гг.)

6.2. «Поиск новых эффективных 1,3-диполей как вулканизирующих агентов для ненасыщенных соединений» (2015-2018 гг.)

7. В рамках долгосрочного (с 2011 г.) Соглашения о научно-техническом сотрудничестве по теме «Халькоген-азотные соединения для электроники и спинтроники» между ИОХ РАН и Университетом г. Ст.-Эндрюс (Великобритания) (University of St Andrews) в 2013-2015 гг. получены совместные гранты:

7.1. Грант Британского Королевского общества 2012-2013 гг.

7.2. Грант Ливерульмовского фонда Великобритании (The Leverhulme Trust) 2013-2016 гг.

Долгосрочные партнеры по работам в рамках государственного оборонного заказа (ГОЗ)

8. ОАО «Редкинский опытный завод»

8.1. Договор № 161 (2011–2013 гг.)

8.2. Договор № 31/15 (2015-2017 гг.)

9. ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»

9.1. Договор № 27/13 (2013–2015 гг.) в рамках ФЦП

9.2. Договор № 12/14 (2014 г.) в рамках ФЦП

9.3. Договор № 7/15 (2015 г.)

10. ФГУП «Российский Ядерный Центр – Всероссийский научно исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина» (ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»)

10.1. Договор № 5/13 (2013 г.) в рамках ведомственной ЦКП Росатома

10.2. Договор № 6/14 (2014 г.) в рамках ведомственной ЦКП Росатома



- 10.3. Договор № 3/15 (2015 г.) в рамках ведомственной ЦКП Росатома
11. Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр двойных технологий «Союз» (ФГУП «ФЦДТ «Союз»)
- 11.1 Договор № 31/12 (2012- 2013 гг.)
- 11.2 Договор № 3/13 (2013г.)
- 11.3. Договор № 4/13 (2013г.) в рамках ФЦП
- 11.4. Договор № 10/13 (2013г.) в рамках ФЦП
- 11.5. Договор № 45/13 (2013- 2014 гг.)
- 11.6. Договор № 20/14 (2014 г.) в рамках ФЦП
- 11.7. Договор № 27/14 (2014- 2016 гг.) в рамках ФЦП
- 11.8. Договор № 8/15 (2015 г.)
- 11.9. Договор № 12/15 (2015 г.)
12. ОАО Федеральный научно-производственный центр «Алтай» (ОАО ФНЦП «Алтай») Договор № 7/13 (2013г.) в рамках ФЦП
13. ФГУП «Государственный завод медицинских препаратов» (ФГУП «ГосЗМП») Договор № 20/13 (2013- 2015 гг.) в рамках постановления Правительства РФ о ГОЗ.
14. Федеральное казенное предприятие «Завод имени Я.М. Свердлова» (ФКП «Завод им. Я.М. Свердлова»)
- 14.1. Договор № 31/13 (2013 г.) в рамках ФЦП
- 14.2. Договор № 16/14 (2014 г.) в рамках ФЦП
- 14.3. Договор № 11/15 (2015 г.) в рамках ФЦП
15. ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» Договор № 10/14 (2014 г.)
16. АО «Государственный научно-исследовательский институт машиностроения им. В.В. Бахирева» (АО «Гос НИИмаш») Договор № 23/13 (2013 г.)
17. Федеральное казенное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов» (ФКП «ГосНИИХП») Договор № 15/13 (2013 г.) в рамках ФЦП Долгосрочные партнеры по другим видам работ в рамках тематики ИОХ РАН
18. ФГБУН Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН)
- 18.1. Договор № 30/13 (2013 г.)
- 18.2. Договор № 39/14 (2014- 2016 гг.) в рамках ФЦП
19. ФГБОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина» (ФГБОУ ВПО МГАВМиБ)
- 19.1. Договор № 19/15 (2015 г.) в рамках гранта РФФИ
- 19.2. Договор № 20/15 (2015 г.) в рамках гранта РФФИ
- 19.3. Договор № 34/15 (2015 г.) в рамках гранта РФФИ



20. ООО «Медресурс»
- 20.1. Договор № 37/12 (2012- 2013 гг.) в рамках ФЦП
- 20.2. Договор № 38/12 (2012- 2013 гг.) в рамках ФЦП
21. ЗАО «Щелково Агрохим»
- Договор № 33/12 (2012- 2014 гг.)
22. Представительство партнерства с ограниченной ответственностью Конженикс ЛЛП (Великобритания)
- 22.1. Договор № 41/13 (2013- 2015 гг.) в рамках ФЦП
- 22.2. Договор № 43/13 (2013- 2015 гг.) в рамках ФЦП
23. ЗАО «Русский катализатор»
- 23.1. Договор № 48/12 (2012- 2014 гг.)
- 23.2. Договор № 21/14 (2014- 2015 гг.)
- 23.3. Договор № 24/15 (2015 г.)
24. ООО «Объединенный центр исследований и разработок» (ООО «РН-ЦИР»)
- Договор № 44/13 (2013-2014 гг.)
25. ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
- Договор № 9/13 (2013 г.)
26. ФГУП «Научный центр «Сигнал»
- 26.1. Договор № 46/12 (2012- 2014 гг.)
- 26.2. Договор № 47/12 (2012- 2014 гг.)
- 26.3. Договор № 13/15 (2015- 2017 гг.)
- 26.4. Договор № 14/15 (2015- 2017 гг.)
27. ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт особо чистых био-препаратов» Федерального медико-биологического агентства («ГосНИИ ОЧБ»)
- Договор № 28/14 (2014- 2016 гг.) в рамках ФЦП
28. ФГБУН Объединенный Институт Высоких температур РАН (ОИВТ)
- Договор № 35/15 (2015-2016 гг.) в рамках контракта с компанией «Air Liquide» (Франция)
29. ООО Научно-производственная фирма «Техполиком» (ООО НПФ «Техполиком»)
- 29.1. Договор № 2/13 (2013 г.)
- 29.2. Договор № 5/14 (2014 г.)
- 29.3. Договор № 2/15 (2015 г.)
30. Государственный научный центр Российской Федерации — федеральное государственное унитарное предприятие «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»)
- Договор № 24/13 (2013- 2014 гг.)
31. ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ)



Грант РФ № 14-19-00503 ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), в котором ИОХ РАН соисполнитель.

В рамках договора ИОХ РАН с ГНЦ «Центр Келдыша» совместно с Химическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова и в рамках гранта РФ № 14-19-00503 ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), в котором ИОХ РАН соисполнитель в 2015 г. проведен первый эксперимент в российском сегменте Международной космической станции с использованием в качестве теплоносителя новых типов ионных жидкостей (ИЖ) на основе кремнийсодержащих структур пригодных для использования в условиях открытого космического пространства (вакуум, значительные перепады температур, радиация).

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

1. В 2015 году проведен первый эксперимент в российском сегменте Международной космической станции с использованием в качестве теплоносителя ионных жидкостей (ИЖ) на основе кремнийсодержащих структур, разработанных в ИОХ РАН.

В связи с острой необходимостью в разработке жидких теплоносителей для использования в капельных холодильниках-излучателях в условиях открытого космоса в бескаркасных системах отвода низкопотенциального тепла проведены комплексные исследования новых типов ионных жидкостей (ИЖ) на основе кремнийсодержащих структур. Впервые синтезирован ряд новых монокатионных и дикатионных ИЖ, обладающих рядом специфических свойств, позволяющих использовать их в условиях открытого космического пространства (вакуум, значительные перепады температур, радиация). Получены практически неиспаряемые ИЖ, пригодные для применения в космосе.

[Патент РФ № 2566755 от 27.10.2015 г., Успехи химии. 2015. Т. 84. №8. С.875-890, Ж. физич. химии, 2015, т. 89, №12, С.1858-1863, Rapid Commun. Mass Spectrom., 2015, 29, 1227, Известия РАН. Энергетика. 2015. №4. С.130].

Работы проведены Лабораторией разработки и исследования полифункциональных катализаторов ИОХ РАН совместно с Химическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова в рамках договора № 24/13 (2013-2014 гг.) с ГНЦ ФГУП «Исследовательский центр им. М.В. Келдыша» и в рамках гранта РФ № 14-19-00503 ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), в котором ИОХ РАН соисполнитель.

2. Проф. О. А. Ракитин в 2014 г. введен в состав постоянных членов международной программы “Core-to Core” Японского общества содействия науке.

Целью этой программы является развитие органической электроники и спинтроники высокочоррелированных молекулярных систем с целью выявления и систематизации ак-



туальных проблем и тенденций в области органической электроники и спинтроники, представляющей значительный фундаментальный интерес для современной химии и науки о материалах, создание условий для обмена результатами новейших исследований и установление деловых контактов между учеными разных стран. Программа включает 14 постоянных членов: 4 Университета Японии, 4 Университета Великобритании, 3 Университета из Канады и 3 научные организации России.

В ИОХ РАН 8- 10 октября 2015 г. в рамках этой программы был проведен 3-ий Международный Семинар по органической электронике высококоррелированных молекулярных систем.

В рамках данной программы были опубликованы совместные статьи:

1. L. S. Konstantinova, I. E. Bobkova, Y. V. Nelyubina, E. A. Chulanova, I. G. Irtegoва, N. V. Vasilieva, P. S. Camacho, S. E. Ashbrook, G. Hua, A. M. Z. Slawin, J. D. Woollins, A. V. Zibarev, O. A. Rakitin, “[1,2,5]Seleniadiazolo[3,4-b]pyrazines: Synthesis from 3,4-Diamino-1,2,5-seleniadiazole and Generation of Persistent Radical Anions” *Eur. J. Org. Chem.*, 2015, No. 25, 5585-5593 (IF 3.065) DOI: 10.1002/ejoc.201500742.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ejoc.201500742/abstract>.

2. N. A. Pushkarevsky, N. A. Semenov, A. A. Dmitriev, N. V. Kuratieva, A. S. Bogomyakov, I. G. Irtegoва, N. V. Vasilieva, B. E. Bode, N. P. Gritsan, L. S. Konstantinova, J. D. Woollins, O. A. Rakitin, S. N. Konchenko, V. I. Ovcharenko, A. V. Zibarev “Synthesis and Properties of the Heterospin ($S1 = S2 = 1/2$) Radical-Ion Salt Bis(mesitylene)molybdenum(I) [1,2,5]Thiadiazolo[3,4-c][1,2,5]thiadiazolidyl” *Inorg. Chem.*, 2015, 54, No. 14, 7007-7013. DOI: 10.1021/acs.inorgchem.5b01033 (IF 4.762)

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.inorgchem.5b01033>..

3. L. S. Konstantinova, E. A. Knyazeva, A. A. Nefyodov, P. S. Camacho, S. E. M. Ashbrook, J. D. Woollins, A. V. Zibarev, O. A. Rakitin “Direct synthesis of fused 1,2,5-seleniadiazoles from 1,2,5-thiadiazoles” *Tetrahedron Lett.*, 2015, 56, No. 9, 1107-1110 (IF 2.379)

doi:10.1016/j.tetlet.2015.01.106.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040403915001331>.

3. В 2013 г. в рамках проекта «Ecotoxicity of metal and metal oxide nanoparticles: experimental study and modelling» (EAP.SFPP 984401, Science for Peace and Security Programme) был создан консорциум «НАНЭКО» (NANECO), в который вошли Лейденский университет и Институт наук об окружающей среде (Нидерланды), Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН (Россия), Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины и Компания eADMET GmbH (Германия).

Целями работы консорциума являются:

- Получение научных результатов, обеспечивающих рациональное использование новых видов наноматериалов и позволяющих прогнозировать их возможный негативный эффект для окружающей среды.



- Поиск эффективных экспресс-методов оценки воздействия наночастиц на окружающую среду на примере широкого круга гидробионтов (моллюски, плоские черви, дафнии, водоросли, эмбрионы рыб).

- Оценка воздействия наноматериалов на представителей животного мира.

Проведен анализ и обобщение полученных результатов, выделены наиболее токсичные объекты среди наноматериалов 4 различных классов (наночастицы металлов, оксидов, квантовые точки и металл-органические каркасы) и выявлены основные факторы, влияющие на токсичность изучаемых объектов.

Возможные формы коммерциализации полученных результатов включают организацию опытного производства новых наноматериалов с низкой экотоксичностью. Новая и усовершенствованная продукция, которая может быть создана на основе полученных результатов интеллектуальной деятельности включает новые типы наноматериалов, новые технологии их производства. Область применения результатов – разработка эффективных наноразмерных материалов с низкой токсичностью для различных применений. Экономическая эффективность и значимость работы: замена токсичных наночастиц на основе наночастиц металлов, оксидов, квантовых точек или металл-органических каркасов менее токсичными, снижение содержания ценных компонентов в наноматериалах позволит снизить стоимость наноматериалов в 3-10 раз без значительных потерь в их функциональных свойствах. Прогнозные предположения о развитии объекта исследования: дальнейшее усовершенствование объекта связано с модифицированием наноматериалов на основе наночастиц металлов, оксидов, квантовых точек или металл-органических каркасов с целью как уменьшения содержания ценных компонентов и повышения экологичности, так и дальнейшей оптимизации процессов их производства.

1. Kustov, L., Tiras, K., Al-Abed, S., Golovina, N., Ananyan, M. Estimation of the toxicity of silver nanoparticles by using planarian flatworms // ATLA Alternatives to Laboratory Animals. 2014, V. 42, №1, P. 51–58. (IF=3.014)

PMID: 24773488

<http://www.atla.org.uk/estimation-of-the-toxicity-of-silver-nanoparticles-by-using-planarian-flatworms/>

2. Golovina, N. B., Kustov, L. M. Toxicity of metal nanoparticles with a focus on silver // Mendeleev Communications. 2013, V. 23, № 2, P.59-65. (IF=1.35)

<https://doi.org/10.1016/j.mencom.2013.03.001>

4. Международный консорциум по созданию универсальной вакцины против антибиотикорезистентных патогенов.

Участники консорциума открыли, что антибиотикорезистентные бактериальные и грибковые (а также некоторые виды простейших) патогены имеют удивительную способность продуцировать общий полисахаридный антиген – PNAG. Используя синтетические олигосахаридные лиганды, отражающие фрагменты PNAG, разработаны подходы к созданию мультитаргетной вакцины против антибиотикорезистентных патогенов. Первое сооб-



шение об этом открытии опубликовано в престижном журнале PNAS. Данной статье посвящена статья редактора в разделе и присвоен особый статус, подчёркивающий значимость работы.

C. Cywes-Bentley, D. Skurnik, T. Zaidi, D. Roux, R.B. DeOliveira, W.S. Garrett, X. Lu, J. O'Malley, K. Kinzel, T. Zaidi, A. Rey, C. Perrin, R.N. Fichorova, A.K.K. Kayatani, T. Maira-Litran, M.L. Gening, Y.E. Tsvetkov, N.E. Nifantiev, L. Bakaletz, S.I. Pelton, D. Golenbock, and G.B. Pier, «Antibody to a Conserved Antigenic Target is Protective Against Diverse Prokaryotic and Eukaryotic Pathogens» *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 110 (2013), E2209-E2218 (IF 9.737)

DOI: 10.1073/pnas.1303573110

<http://www.pnas.org/content/110/24/E2239.abstract> --

PNAS PLUS Significance Statements, PNAS 110 (2013) 9631-9632.
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.ss11024

Работа консорциума активно развивается в направлении создания вакцины, прежде всего, против золотистого стафилококка. Следующее совместное сообщение опубликовано в специализированном международном журнале mBio:

Xi Lu, D. Skurnik, C. Pozzi, D. Roux, C. Cywes-Bentley, J. Ritchie, D. Munera, M. Gening, Y. Tsvetkov, N. Nifantiev, M. Waldor, and G. Pier «A poly-N-acetyl glucosamine-Shiga toxin broad spectrum conjugate vaccine for Shiga toxin producing *Escherichia coli*» *mBio*, 5 (2014) e00974-14.

DOI: 10.1128/mBio00974-14 <http://mbio.asm.org/content/5/2/e00974-14.full.pdf>

5. Международный консорциум по созданию энтерококковой вакцины.

Участники консорциума впервые установили структуру Дигетерогликана – полисахаридного антигена бактерии *Enterococcus faecalis* – третьего, среди грам-положительных бактерий, ответственной за смертность от госпитальных инфекций в развитых странах. Установление строения стало возможным только с использованием синтезированных в ИОХ РАН олигосахаридов, получение которых стало возможным в результате открытой в ИОХ РАН новой химической реакции – пиранозид-фуранозидной перегруппировки. Первые результаты работы консорциума опубликованы в двух статьях в престижном международном журнале *Chemistry – A European Journal*, причём первой статье посвящена иллюстрация на обложке журнала.

V.B. Krylov, D.A. Argunov, D.Z. Vinnitskiy, S.A. Verkhnyatskaya, A.G. Gerbst, N.E. Ustyuzhanina, A.S. Dmitrenok, J. Huebner, O. Holst, H.-C. Siebert, and N.E. Nifantiev, «Pyranoside-into-Furanoside Rearrangement: New Reaction in Carbohydrate Chemistry and Its Application in Oligosaccharide Synthesis», *Chem. Eur. J.*, 20 (2014) 16516-16522.

DOI: 10.1002/chem.201405083 Cover DOI: 10.1002/chem.201490209

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201490209/pdf>

Volume 20, Issue 50, December 8, 2014, Page: 16780



V. B. Krylov, A. G. Gerbst, D. A. Argunov, A. S. Dmitrenok, A. S. Shashkov, Z. Kaczynski, J. Huebner, O. Holst, and N. E. Nifantiev, "Definitive structural assessment of Enterococcal diheteroglycan", *Chem. Eur. J.*, 21 (2015) 1749-1754.

DOI: 10.1002/chem.201405857

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201405857/pdf>

6. Международный консорциум по исследованию неизвестных регуляторов защитного иммунитета.

Участники консорциума впервые установили, что белок лизоцим, один из ключевых компонентов иммунной защитной системы, имеет неизвестный для него ранее механизм действия. Было выяснено, что лизоцим проявляет и лектиновую активность и способен связываться с бактериальными полисахаридными антигенами. В работах 2013-2015 изучалось взаимодействие лизоцима с полисахаридами, а при использовании синтетических моделей, полученных в ИОХ, установлена и топология этих неизвестных ранее биологических процессов. Получение олигосахаридов стало возможным в результате открытой в ИОХ РАН новой химической реакции – пиранозид-фуранозидной перегруппировки. Первые синтезы опубликованы в престижном международном журнале *Chemistry – A European Journal*, причём статье посвящена иллюстрация на обложке журнала.

V.B. Krylov, D.A. Argunov, D.Z. Vinnitskiy, S.A. Verkhnyatskaya, A.G. Gerbst, N.E. Ustyuzhanina, A.S. Dmitrenok, J. Huebner, O. Holst, H.-C. Siebert, and N.E. Nifantiev, "Pyranoside-into-Furanoside Rearrangement: New Reaction in Carbohydrate Chemistry and Its Application in Oligosaccharide Synthesis", *Chem. Eur. J.*, 20 (2014) 16516-16522.

DOI: 10.1002/chem.201405083 Cover DOI: 10.1002/chem.201490209

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201490209/pdf>

Volume 20, Issue 50, December 8, 2014, Page: 16780

Для установления строения комплексов лизоцима и углеводных лигандов в 2013-2015 были получены их кристаллы, структура которых была расшифрована с применением спектроскопии ЯМР-STD и рентгено-структурного анализа, который выполнялся в международном синхротронном центре DESY в Гамбурге. Основные результаты этой работы изложены в обобщающей статье, принятой в печать в самое последнее время в престижнейшем международном журнале *Quarterly Reviews of Biophysics*.

Zhang R., Wu L., Eckert T., Burg-Roderfeld M., Rojas-Macias M.A., Lütteke T., Krylov V.B., Argunov D.A., Datta A., Markart P., Günther A., Norden B., Schauer R., Bhunia A., Enani M.A., Billeter M., Scheidig A.J., Nifantiev N.E., Siebert H.-C. "Lysozyme's Lectin-like Characteristics Facilitates its Immune Defense Function", *Q. Rev. Biophys.* (2017), in press, QRBP-D-16-00008. doi:10.1017/S0033583517000075

7. В рамках международного научного взаимодействия сотрудниками ИОХ РАН в сентябре-октябре 2013 года и в июне 2016 года выполнялись работы на установках Европейского центра синхротронного излучения (European Synchrotron Radiation Facility, ESRF, г. Гренобль, Франция).



ESRF – международный научный центр, специализирующийся на структурных исследованиях в области химии, наук о материалах, биологии и др. с использованием рентгеновского синхротронного излучения. В состав центра входит 22 страны (13 полноправных членов и 9 ассоциированных). Среди основных стран-участниц: Франция, Германия, Италия, Великобритания, Россия, Испания, Швейцария, Бельгия, Нидерланды, скандинавские страны.

На базе ESRF сотрудниками ИОХ РАН были выполнены исследования гомогенных и гетерогенных катализаторов на основе переходных металлов, а также металлсодержащих нано-структурированных материалов с использованием методов рентгеноабсорбционной и рентгеноэмиссионной спектроскопии. Право на проведение исследований было получено в результате конкурсного отбора заявок научной комиссией ESRF (поддержанный проект 2013 года: СН-3911, проект 2016 года: СН-4752).

В результате выполнения проектов совместно с сотрудниками ESRF была опубликована статья в журнале *Chemical Science*, посвященная получению и изучению каталитических систем Pd/углерод. Результаты исследования опубликованы в топовом журнале *Chemical Science* и отмечены на обложке журнала.

Pentsak E.O., Kashin A.S., Polynski M.V., Kvashnina K.O., Glatzel P., Ananikov V.P., "Spatial Imaging of Carbon Reactivity Centers in Pd/C Catalytic Systems", *Chem. Sci.* 2015, 6, 3302-3313 DOI: 10.1039/C5SC00802F ,

URL: <http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2015/SC/C5SC00802F>

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. Грант Британского Королевского общества "1,2,5-Халькогендиазолилы: новый класс носителей спина и заряда" (Великобритания) (2012-2013 гг.)

Предложена и реализована новая методология синтеза 1,2,5-тиадиазолов из 1,2,5-оксадиазолов. Установлено, что взаимодействие конденсированных тиадиазолов с тетрагидрофульваленом приводит к соответствующим комплексам с переносом заряда. Изучение электрических свойств монокристаллов комплекса выявило полупроводниковую электропроводность с энергией активации 0.34 эВ. Измерения на поликристаллических образцах показали существенное увеличение электропроводности комплекса при облучении белым светом со спектром, имитирующим солнечный спектр. Синтезированный [1,2,5]тиадиазоло[3,4-с][1,2,5] тиадиазол был превращен реакцией с бис(толуил)хромом в термически стабильную гетероспиновую радикал-ионную соль, проявляющую антиферромагнитные



взаимодействия, которая может быть использована в создании наноразмерных ячеек памяти.

2. Грант Ливерпульского фонда Великобритании (The Leverhulme Trust) «Халькоген-азотные соединения для электроники и спинтроники» (2013-2016 гг.)

Конденсированные 1,2,5-триадазолы и 1,2,5-селенадиазолы способны превращаться в соответствующие анион-радикалы, которые представляют интерес в качестве магнетиков и проводящих материалов. Было найдено, что реакция конденсированных 1,2,5-триадазолов с двуокисью селена селективно приводит к соответствующим 1,2,5-селенадиазолам. Это превращение особенно важно для получения 1,2,5-селенадиазолов, конденсированных с электроотрицательными гетероциклами, которые могут служить исходными соединениями для синтеза соответствующих анион-радикалов, и является эффективным базисом для получения неописанных ранее селенадиазолов.

3. Грант Немецкой центральной ассоциации содействия исследованиям DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (Германия) «Новые теллуразотные π -гетероциклы: фундаментальная химия и потенциальные возможности применения в науке о материалах» (2013-2014 гг.)

Проведено исследование взаимодействия вицинальных глиоксимов с теллурсодержащими агентами для получения 1,2,5-теллурадиазолов или их N-оксидов. Установлено, что реакция вицинальных глиоксимов с четыреххлористым теллуром и с двуокисью теллура в ацетонитриле и диметилформамиде в широком интервале температур не приводит к образованию производных 1,2,5-теллурадиазолов; при комнатной температуре реакция не идет, а при длительном нагревании происходит разложение исходных веществ.

4. Грант НАТО «Наука для мира» NATO SfP-984401 «Экотоксичность наночастиц: экспериментальное исследование и моделирование» (2012-2016 гг.)

Исследована экотоксичность металлических наночастиц по отношению к гидробионтам (дафнии, водоросли, планарии, рыбы, моллюски). Установлено, что токсичность наночастиц серебра обусловлена частичным переходом серебра в ионное состояние. Наночастицы железа практически нетоксичны по отношению к гидробионтам. Для наночастиц меди-серебра обнаружен бифурационный эффект – наличие второго максимума токсичности при сильных разбавлениях растворов. Проведена работа по систематизации полученных результатов и наполнению базы данных экспериментальными результатами по токсичности наночастиц.

5. Грант МНТЦ № 3885 «Использование реакционноспособных наночастиц металлов в охране окружающей среды: от фундаментальных знаний к практическому применению» (2009-2013 гг.)

В рамках проекта проведено исследование реакции дехлорирования тетрахлорэтилена на биметаллических нанесенных катализаторах. Синтезированы наночастицы Fe, Fe-Pd, инкапсулированные в оксидную матрицу или стабилизированные хитозанами. Изучены свойства этих наноматериалов в качестве катализаторов дехлорирования тетрахлорэтилена



и хлорбифенила. Дана характеристика электронного состояния и морфологии металлических наночастиц методами EXAFS, ИКСДО, XPS, ТПВ. Проведены многократные длительные испытания наиболее активных катализаторов для дехлорирования 2-хлорбифенила. Полученные катализаторы имеют активность на порядок выше описанных в литературе. Исследованы свойства наночастиц Ag, Ag-Cu, TiO₂, Fe, Fe-Pd. Проведена оценка нанотоксичности полученных материалов с использованием гидробионтов (моллюски, дафнии, планарии и водоросли).

6. Грант МНТЦ № 4034 «Проверка ввода сорбентов и SO₃-кондиционирования дымовых газов перед электрофильтрами для повышения улавливания ртути и летучей золы на пылеугольной ТЭС России» (2010-2013 гг.)

Проект призван оценить эффективность использования сорбентов для контроля выбросов ртути на российских ТЭС при сжигании Кузнецких углей, широко используемых в России и на основе полученных данных предложить пути их практической реализации в России (на базе Черепетской ТЭС). Получены количественные данные о составе и формах ртути в дымовых газах до и после электрофильтра. Проведены предварительные оценки степени улавливания различных форм ртути при разных режимах ввода двух типов сорбента: стандартный АСІ и галогенизированный АСІ активированный уголь, которые в настоящее время широко используются на ТЭС в США. На базе ИОХ сделаны анализы содержания ртути в дымовых газах Черепетской ТЭС с использованием технологии инъекции разных типов сорбентов и показана эффективность этой технологии применительно к Российским ТЭС, работающим на Кузнецких углях.

7. Грант АФГИР RUC1-30038-МО-13 (США, компания «Шеврон») «Спектроскопические исследования катализаторов компании Шеврон» (2013-2014 гг.).

Исследованы активные центры катализаторов раскрытия циклов. Установлено состояние металлов (иридий, родий). Показано влияние кислотности носителя на состояние металла.

8. Грант АФГИР RUC1-30039-МО-13 (США) «Разработка катализаторов раскрытия циклов» (2013-2014 гг.)

Изучена каталитическая активность систем с нанесенными на сапонит и оксид алюминия родием и иридием. Показано, что оба металла активны и селективны в раскрытии циклов декалина, в отличие от платины и рутения. Оптимизированы условия процесса.

9. В рамках долгосрочного Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ИОХ РАН и компанией «Нова Кемикалс» (Канада) по теме «Разработка катализаторов для окислительного дегидрирования этана» в 2013-2015 гг. действовали следующие контракты «Нова - 4» (2011-2013 гг.); «Нова - 5» (2012-2013 гг.); «Нова - 6» (2013-2014 гг.); «Нова - 7» (2014-2015 гг.); «Нова - 8» (2015-2016 гг.).

В рамках проектов изучена каталитическая активность смешанных оксидных катализаторов на основе ванадия, молибдена и ниобия на керамических мембранах в окислительном дегидрировании этана. Методом XAS изучено электронное состояние и локальное окружение компонентов монометаллических Ag, Pd, Zn, а также биметаллических Ag-W,



Au-Fe, Au-Fe, Au-Ru, Au-Pd, Au-Cu катализаторов, нанесенных на Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO , Si_2O , η -VETA и MOF. Исследованы свойства катализатора в периодическом режиме в окислительной и восстановительной атмосфере. Оптимизированы условия периодических тестов.

10. Контракт «Мерк-4» с компанией «Мерк» (Германия) «Применение ионных жидкостей в органическом синтезе» (2013-2015 гг.)

В рамках проекта с применением ионных жидкостей осуществлен синтез новых производных тиазола, содержащих инкорпорированный в гетероцикле фрагмент Z-5-аминопент-3-еновой кислоты, которые представляют интерес в качестве агонистов рецепторов ГАВАА. Впервые осуществлена в среде ионных жидкостей перегруппировка Джонсона-Кляйзена, что позволило исключить из процесса соли металлов. Проведено промотируемое ионными жидкостями нуклеофильное ароматическое *сi*-замещение водорода в электронодефицитных нитроаренах на примере реакции фон Рихтера. Разработаны методы синтеза новых тридентатных пиразоло-биспиридинов, содержащих карбоксильные, этокси-карбонильные и карбаминовые группы в пиридиновых кольцах, в том числе пиразоло-бис(4-карбоксо)пиридинов, способных координироваться с TiO_2 . Разработан эффективный безметалльный метод синтеза третичных ациклических амидов на основе термической изомеризации O-арилиминоэфиров (перегруппировка Чапмена) в среде ионных жидкостей.

11. Контракт «Топсе-3» с фирмой «Хальдор Топсе» (Дания) «Катализаторы De-NOx для автомобильной промышленности» (2011-2013 гг.)

В рамках проекта исследованы каталитические свойства комбинированных катализаторов на основе механических смесей [Fe-цеолит + оксидный катализатор]: Установлена хорошая эффективность этих систем в реакциях восстановления NOx аммиаком и в селективном окислении аммиака в молекулярный азот. Проведены исследования гидротермальной стабильности катализаторов удаления следовых количеств NH_3 . Исследованы эффекты синергизма в реакции селективного восстановления аммиаком на композитных катализаторах, представляющих смесь цеолитного и оксидного компонентов, установлен механизм процесса и предложены методы увеличения активности композитных катализаторов. Проведены исследования механизма дезактивации оксидных катализаторов на основе Al_2O_3 в реакции дегидратации метанола в диметилэфир.

12. Контракт «Топсе-4» с фирмой «Хальдор Топсе» (Дания) «Катализаторы DeNOx для автомобильной промышленности» (2013-2016 гг.)

Исследован механизм низкотемпературной адсорбции NO на цеолитных системах и катализаторах, содержащих благородные металлы (Pt, Pd), нанесенные на различные типы оксидных носителей. Изучены каталитические свойства активной полифункциональной системы (Mn/Ce- ZrO_2 + FeVETA). На основе полученных данных разработан новый тип полифункциональных каталитических систем для проведения реакции селективного каталитического восстановления оксидов азота с одновременным селективным каталитическим восстановлением избыточного количества оксида аммиака. Разработаны новые типы гибридных каталитических систем нанесением оксидного компонента (MnO_x и $Mn-CeO_x$)



непосредственно на внешнюю поверхность микрокристаллов цеолитного носителя. Используемый подход позволяет увеличить эффективность катализатора в области высоких температур выхлопных газов (350-500°C).

13. Контракт «Ланксесс-2» с фирмой «Ланксесс» (Германия) «Гидрирование ненасыщенных полимеров» (2010-2014 гг.)

В рамках проекта были получены гетерогенные катализаторы и исследованы каталитические свойства Fe, Co-катализаторов в селективном гидрировании полибутадиена и поли(бутадиен)акрилонитрила. Показано, что смешанные палладий-железные наночастицы более активны, чем палладиевые или смешанные Pt-Fe, Pt-Rh.

14. Контракт «Ланксесс-3» с фирмой «Ланксесс» (Германия) «Определение фазового равновесия м - и п- крезола (α -значения в жидкой и газовой фазе) – для различных извлекающих растворителей» (2012-2013 гг.)

Проведено изучение селективности органических растворителей с целью их дальнейших испытаний для разработки эффективного процесса разделения изомеров крезола.

15. Контракт с фирмой «Мишлен» (Франция) «Сравнение реакционной способности диполей в реакциях 1,3-циклоприсоединения. Поиск новых эффективных 1,3-диполей как вулканизирующих агентов для ненасыщенных соединений» (2011-2014 гг.)

В рамках проекта были проведены исследования по изучению реакционной способности 1,3-диполей с различными непредельными соединениями. В качестве диполей изучались моно- и бис-нитрилоксиды, моно-оксотиазолы, нитроны. Выявлены закономерности реакционной способности диполей в зависимости от стерических и электронных факторов, рассчитаны энергии активации. Разработаны новые подходы к синтезу бис-оксимов и бис-оксатиазолонов.

16. Контракт с фирмой «Мишлен» (Франция) «Поиск новых эффективных 1,3-диполей как вулканизирующих агентов для ненасыщенных соединений» (2015-2018 гг.)

В рамках проекта в 2015 г. были проанализированы литературные данные за последнее десятилетие по изучению реакций 1,3-диполярного циклоприсоединения к линейным непредельным веществам с терминальными двойными и тройными связями. Рассмотрена возможность применения расчетных методов к оценке реакционной способности 1,3-диполей.

17. Контракт с корпорацией «Валспар» (США) «Проведение исследований по синтезу карбонатов на основе диацетилбензола и его аддукта с ацетиленом» (2013–2014 гг.)

Целью данного проекта являлась разработка технологического метода получения мономеров, содержащих концевые бис-циклокарбонатные группировки на основе ацетилена, кетонов и углекислого газа. Однако полученный мономер оказался нестабилен. По этой причине наработка этого продукта не проводилась и финансирование в 2014 г. не осуществлялось.

18. Контракт с фирмой «Дженерал Моторс» (США) «Исследование катализаторов селективного окисления СО в присутствии аммиака» (2010-2013 гг.)



В рамках проекта приготовлены новые серии катализаторов для окисления СО в присутствии аммиака: на основе нанесенных биметаллических наночастиц золота-рутения и перовскитов на основе кобальта, никеля, железа и лантана, демонстрирующие окно селективности около 100о С.

19. Контракт с компанией ГлайкоВэксин АГ (Швейцария) «Разработка улучшенного метода выделения бактериальных липополисахаридов» (2014 г.)

Разработан улучшенный метод выделения липополисахаридов из бактериальных клеток, приводящий к препаратам липополисахаридов для использования в качестве компонентов вакцин без дополнительной очистки. Метод апробирован на выделении липополисахаридов из двух невирулентных штаммов кишечной палочки.

20. Контракт № ВН 16-59194 с фирмой «Бейкер» (США) «Гидрирование и гидрокрекинг асфальтенов на гетерогенных катализаторах» (2015-2016 гг.)

В рамках проекта в 2015 г. были исследованы каталитические свойства Ре, Со и Ni-катализаторов в селективном гидрировании и гидрокрекинге асфальтенов.

21. Договор о научном сотрудничестве с Национальным Институтом рака (НИР) (США) о предоставлении образцов органических соединений (2011-2015 гг.)

В рамках договора ИОХ РАН предоставляет НИР синтезированные вещества, а НИР бесплатно тестирует эти вещества на противоопухолевую активность и предоставляет результаты тестов. В случае успешного сотрудничества российская сторона может найти перспективное противоопухолевое средство. В рамках договора за отчетный период на 60 линиях раковых клеток исследовано более 550 соединений и выявлено 49 высокоактивных соединений, находящихся на заключении Биологической экспертной комиссии Национального Института рака. Три соединения выбраны для дальнейших испытаний на мышах.

22. Договор о творческом содружестве с Институтом химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан «Использование природных холановых кислот для получения биологически активных соединений и изучение связи между строением веществ и их биологическим действием» (2015-2020 гг.)

В рамках договора предложены пути использования природных холановых кислот для получения биологически активных соединений, пригодных в качестве гипополипидемических, гипохолестеринемических, желчегонных, литолитических соединений, а также веществ, обладающих кардиотонической, адаптогенной канцеролитической и др видами активности и начато изучение связи между строением веществ и их биологическим действием.

23. Программа совместных исследований «Полисахариды бурых водорослей Вьетнама: химическое строение и биологическая активность» в рамках Соглашения о научном сотрудничестве между Российской академией наук и Вьетнамской академией наук и технологии (ИОХ РАН - Ньячанский институт исследований и применения технологий) (2011-2013 гг.)



Цель данной работы – выделение фукоиданов из нескольких видов бурых водорослей, которые не были исследованы ранее, установление химического строения фукоиданов и характеристика их биологических свойств. В результате проведенных исследований было установлено строение сульфатированного галактофукана, выделенного из тропической бурой водоросли *Sargassum polycystum*.

24. Программа совместных исследований «Структурно-функциональные исследования гликома грамотрицательных бактерий» ИОХ РАН и Института микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного (отдел биохимии микроорганизмов) НАН Украины (2013)

Выделен и изучен липополисахарид представителя нового вида энтеробактерий - *Budvicia aquatica*. Установлено строение полисахаридного O-антигена, определяющего серологическую специфичность изученной бактерии. Полученные данные будут использованы для создания отсутствующей до сих пор серологической классификационной схемы будвиций.

25. Договор о научно-техническом сотрудничестве с Акционерным обществом «Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия» (Республика Казахстан) «Определение состава стероидных соединений в растениях Казахстана» (2013-2016 гг.)

В рамках проекта предусмотрено проведение научно-исследовательских работ по изучению химического состава и фармакологических свойств молекул природных соединений, разработка на их основе лекарственных препаратов, повышение квалификации научных кадров через стажировку научных сотрудников. В качестве объекта исследования была выбрана надземная часть растения *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel, собранная в окрестностях пос. Танбалы Чу-Иллинских гор Алматинской области. Был выделен новый представитель ряда эндистероидов, который был назван акантостероид. С помощью физико-химических методов установлена структура этого соединения. Результаты хроматографических исследований показали, что растение *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel является перспективным источником экдистероидов, частности – 20-гидроксиэкдизона.

26. Договор о научно-техническом сотрудничестве с Институтом химии растительных веществ АН Республики Узбекистан «Синтез и определение строения производных 20-гидросиэкдистерона» (2014 -2016 гг.)

Разработаны методы синтеза новых производных 20-гидросиэкдистерона, определено их строение. Полученные образцы веществ переданы для испытания в ИХРВ АН Узбекистана. На основе 20-гидроксиэкдизона разработан метод синтеза 2,3-ди-О-этилкарбамат-20,22-О-карбамат-20-гидроксиэкдизона, обладающего гипогликемической активностью.

27. Грант РФФИ-Укр-ф-а (Украина) № 13-03-90455 «Механизмы каспазо-зависимой гибели лейкозных клеток *in vitro* при действии новых синтетических соединений, воздействующих на полимеризацию тубулина» (2013-2014)

Задачей совместного российско-украинского проекта являлось синтез новых классов гетероциклических соединений (потенциальных противоопухолевых препаратов) на основе доступного отечественного растительного сырья - эфирных масел петрушки и



укропа и анализ механизмов их апоптотической активности в лейкозных клетках с различными типами лекарственной резистентности. Были получены 5-амино-3,4-диарил- и 3-амино-4,5-диарилзамещённые изоксазолы, содержащие алкоксигруппы в бензольных кольцах, 1-арил-3-ариламинопроп-2-ен-1-оны и 1-арил-3-ариламинобут-2-ен-1-оны. Полученные соединения продемонстрировали высокую активность в тестах на морских ежах. Показано, что по активности 1-арил-3-ариламинопроп-2-ен-1-оны превосходят 1-арил-3-ариламинобут-2-ен-1-оны, а диарилзамещённые изоксазолы – ранее синтезированные диарилзамещённые пиразолы. Наиболее активные соединения для более детального исследования отправлены украинским коллегам в Институт экспериментальной онкологии, патологии и радиологии им. Р.Е. Кавецкого НАН Украины.

К сожалению, в 2014 г. по известным политическим причинам украинские коллеги из ИЭПОР им. Р.Е. Кавецкого НАН Украины не имели возможности выполнять свою часть.

28. Грант РФФИ-ГФЕН_а (Китай) № 13-03-91170 «Исследование биологической активности фукоиданов из бурых водорослей, собранных в Китае, и оценка зависимости биологических свойств от структурных характеристик полисахаридов» (2013-2014)

Целью данного проекта являлось комплексное структурное и биохимическое исследование полисахаридов фукоиданов из бурых водорослей, произрастающих в акватории Китая. На базе Океанского Университета Китая проведен сбор водорослей различных видов, из которых фукоиданы выделялись как в Китае, так и в ИОХ РАН с использованием соответствующих методов. Проведены структурные исследования фукоиданов, а также анализ их антикоагулянтных свойств и способность подавлять селектин-опосредованное воспаление. Полученные результаты позволяют выявить закономерности влияния структурных элементов фукоиданов на их биологическую активность, что необходимо для создания основы для разработки фармацевтических препаратов новых типов.

29. Грант РФФИ-НЦНИЛ_а (Франция) № 12-03-93113 «Полиэтиленгликоль (ПЭГ) как "зеленая" среда и фрагмент каталитических и сенсорных систем» (2012 – 2014 гг.)

В рамках проекта были получены модифицированные бинафталин-диолы, содержащие заместители в положениях 3,3' и образована химическая связь модифицированных бинафталин-диолов с полиэтиленгликолем. Были синтезированы новые хиральные катализаторы, иммобилизованные на монометилловый эфир ПЭГ2000 посредством триазольных линкеров. Показана их высокая эффективность и способность к рециклизации, по крайней мере, три раза без потери активности. Впервые получен катализатор, привитый с двух сторон к ПЭГ3400 и исследован в качестве лиганда в металл-катализируемом энантиоселективном присоединении. Исследована проблема создания модифицированных макроциклических и макробикалических молекул, иммобилизованных на ПЭГ, и проведено изучение их селективности и возможности многократного использования.

30. Грант РФФИ-DST ИНД_а (Индия) № 12-03-92703 «Ферментативная модификация фукоиданов, как основа для разработки лекарственных препаратов, структурные функци-



ональные исследования образцов из водорослей, собранных в Индии и России» (2012-2013 гг.)

Целью данного проекта являлся поиск ферментов, способных направленно расщеплять природные полисахариды фукоиданы из бурых водорослей. Российскими участниками было получено необходимое количество полисахарида из бурой водоросли *Saccharina latissima*, который был передан индийским участникам проекта для поиска ферментов на имеющейся у них экспериментальной базе. Получены первые образцы ферментов и накапливаются продукты, образующиеся при их действии на полисахарид. Эти производные будут далее структурно анализироваться в ИОХ РАН.

31. Грант РФФИ-DST ИНД_а (Индия) № 13-03-92711 «Наноструктурированные Fe-катализаторы для решения задач защиты окружающей среды» (2013-2014 гг.)

Работа проводилась совместно с Национальным центром каталитических исследований Индийского института технологии. В рамках проекта приготовлена серия мезопористых катализаторов FeMCM-48 с различным соотношением Si/Fe, серия мезопористых носителей $Ce_xZr(1-x)O_2$, где ($x=0 - 1$), образцы $Mn/Ce_xZr(1-x)O_2$, а также механические смеси составов [$Ce_xZr(1-x)O_2 + Fe\text{-Beta}$] и [$Mn/Ce_xZr(1-x)O_2 + Fe\text{-Beta}$] с различным соотношением компонентов. Также были синтезированы железосодержащие алюмофосфаты с цеолито-подобными структурами и цеолит FeLTL. Полученные образцы изучены методами УФ-спектроскопии, РФА и БЭТ, исследована их каталитическая активность в процессах селективного каталитического восстановления оксидов азота и селективного окисления аммиака. Исследована зависимость активности и селективности катализаторов на основе Al_2O_3 от содержания нанесенного активного компонента (Cu, Fe, Mn). Показана возможность повышения селективности в СКВ NO_x путем смешения оксидного компонента с цеолитом (Fe-Beta).

32. Грант РФФИ-Вьет_а (Вьетнам) № 13-03-93001 «Исследование кинетики и механизма отдельного и совместного окисления оксида углерода и ароматических углеводородов на оксидах металлов» (2013-2014).

Целью проекта является изучение кинетики и механизма процесса глубокого окисления оксида углерода, ароматических углеводородов и их смесей на оксидах платины и переходных металлов. Изучены кинетика и механизм процесса глубокого окисления оксида углерода и п-ксилола и их смесей на нескольких катализаторах. Проведены физико-химические исследования поверхности и кристаллической структуры изучаемых катализаторов методами ИК-спектроскопии, ТПД аммиака, ТПВ и рентгеновской дифракции.

33. Грант № 13-04-90907-мол_ин_нр (Республика Узбекистан) Научная работа Турдымуратова Эльдарбека Муратбаевича, Комплексный институт естественных наук Каракалпакского отделения АН РУз, г. Нукус в Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, г. Москва. «Строение антигенных полисахаридов энтеробактерий рода *Cronobacter*» (2013 г.).



В результате выполнения проекта установлены структуры трех O антигенных полисахаридов двух видов кронаобактера, вызывающих опасные инфекционные заболевания у детей (энтероколит, бактеремия, менингит, абсцесс мозга). Уточнена классификационная схема этих бактерий. Полученные данные могут быть использованы для создания метода молекулярного типирования штаммов кронаобактера.

34. Грант РФФИ-DST ИНД_a (Индия) № 14-03-92701 «Синтез и изучение каталитических свойств новых модифицированных ионными группами рециклизуемых хиральных органокатализаторов на основе доступных дипептидов» (2014-2015)

В ходе выполнения гранта синтезированы ключевые синтез-блоки, содержащие хиральные структурные фрагменты пролина и первичные альфа-аминокислоты, модифицированные ионными группами. Полученные соединения применены в качестве органокатализаторов в модельных асимметрических альдольных реакциях и реакциях Михаэля. Оптимизированы условия проведения реакций (растворитель, температура, загрузка катализатора и т.д.). Разработаны способы регенерации модифицированных дипептидных катализаторов. Синтезирован новый высокоактивный, рециклизуемый пролинамидный катализатор асимметрических альдольных реакций в водной среде, модифицированный катионом (N-карбоксиялkil)имидазолия. В отличие от соответствующего аналога, не содержащего карбоксильной группы, он эффективен в реакциях не только гидрофобных кетонов, но и для ацетона. При этом соответствующие б-гидроксикетоны, являющиеся ценными синтонами для энантиоселективного получения многих биологически активных веществ, образуются с высоким выходом и прекрасной (до 98%) энантиомерной чистотой.

35. Грант РФФИ-DST ИНД_a (Индия) № 15-53-45029 «Структурный анализ и биохимические исследования фенольных соединений из индийских деревьев и бамбука» (2015-2016 гг.)

Работа проводилась совместно с Индийским исследовательским институтом леса. От индийских участников получены экстракты сучковых зон древесины тика, ладана и бамбука, которые проанализированы с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии для идентификации ключевых компонентов. Из экстракта сучковых зон древесины тика выделены два компонента, с которыми проводятся спектральные исследования для установления их строения.

36. Грант РФФИ-Вьет_a (Вьетнам) № 15-53-54026 «Кинетика и механизм изомеризации C5-C6-парафинов и их смесей на промотированных палладиевых катализаторах» (2015-2016)

Целью проекта является изучение кинетики и механизма процесса глубокого окисления оксида углерода, ароматических углеводородов и их смесей на оксидах платины и переходных металлов. Изучена изомеризация н-пентана и н-гексана на катализаторах 0.8% (вес.)Pd/HZSM-5 без добавок и с добавками (по 1.0%) Co, Ni, Fe, Cu и Re при атмосферном давлении в интервале температур 200-325oC в присутствии H₂. Исследованием механизма процесса методом отклика доказано, что водород участвует в реакции изомеризации, по-



вышая выход изомеров. Присутствие Co и Ni приводит к увеличению адсорбируемости n- и изо-парафинов и водорода и силы их связи с поверхностью катализаторов.

37. Грант РФФИ-Арм._а (Армения) № 15-53-005049 «Синтез и оценка пропивоопухолевой активности водорастворимых диаримлциклоалкенов – цис-аналогов комбрестатина А-4» (2015-2016)

Работа проводилась совместно с Научно-технологическим центром органической и фармацевтической химии Национальной Академии наук Республики Армения. Изучены два альтернативных метода синтеза 2,3-диарициклопент-2-ен-1-онов и установлены границы их применимости. Нарботаны в количестве по 0,5 г ряд ранее неизвестных диарилциклопентенонов, содержащих в качестве арильных остатков производные бензола, имидазола, тиофена и тиазола. Проведен первичный скрининг на противоопухолевую активность на четырех линиях клеток человека.

38. Грант РФФИ-Вьет_а (Вьетнам) № 15-53-54031 «Сульфатированные полисахариды бурых водорослей Вьетнама: химическая структура и биологическая активность», (2015-2016).

В рамках гранта проведено исследование фукоидана, содержащегося в тропической бурой водоросли *Sargassum aquifolium* (образец водоросли и суммарный препарат полисахаридов, содержащий фукоидан, предоставлены сотрудниками Нячангского института исследований и применения технологий Вьетнамской академии наук и технологий). Фракции фукоидана, различающиеся по моносакхаридному составу и степени сульфатирования, получены с помощью препаративной анионообменной хроматографии. Строение этих фракций охарактеризовано с помощью метода метилирования до и после десульфатирования, а также с помощью спектроскопии ЯМР. Выделенные фракции, различающиеся по плотности заряда, использованы для определения антикоагулянтной активности. Показано, что наиболее выраженным гепариноподобным действием обладает фракция с самым высоким содержанием сульфатных групп.

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

44. Фундаментальные основы химии

44в). Осуществлена первая асимметрическая органокаталитическая реакция в среде сверхкритического диоксида углерода (ск-CO₂). Обнаружено, что при катализе бифункциональными третичными аминами, содержащими фрагмент квадратной кислоты, трифенилфосфит образует в этих условиях с □-нитроалкенами соответствующие □-нитрофосфонаты с хорошими выходами (59-97%) и прекрасной энантиоселективностью (до 94%).



Варьируя катализатор, можно направленно синтезировать оба оптических антипода продуктов, являющихся непосредственными предшественниками биологически активных, в том числе природных, β -(аминоалкил)фосфоновых кислот. Фракционная экстракция продуктов с помощью ск-СО₂ позволяет полностью исключить из процесса органические растворители, что имеет огромное значение с точки зрения зеленой химии [Green Chemistry, 2014, 16, 1521, IF 7,081] (лаб. № 11, зав. - д.х.н., профессор С.Г. Злотин).

44а). Открыт новый тип реакций донорно-акцепторных циклопропанов (ДАЦ) с алкенами под действием GaCl₃, в которых ДАЦ выступают в качестве формальных 1,4-диполей. Обнаруженный тип реакций принципиально отличается от широко известных реакций ДАЦ с алкенами, в которых они выступают в качестве обычных 1,3-диполей. Данный процесс реализован для многих непредельных соединений и обеспечивает образование полизамещенных тетралинов с высокой эффективностью и селективностью [Angew. Chem. Int. Ed., 2014, 53, 3187–3191, IF 11,700] (Отдел химии нестабильных молекул и малых циклов, рук. – академик О.М. Нефедов, лаб. № 6, зав. - профессор Ю.В. Томилов).

44в. Разработана новая каталитическая система на основе комплекса палладия с N-гетероциклическим карбеновым лигандом (Pd/NHC), нацеленная на альтернативную технологию выделения и использования сера-содержащих соединений из нефти. В данной каталитической системе успешно реализовано превращение тиолов в виниловые мономеры - важные компоненты нового поколения полимерных материалов. Даже весьма сложные в обращении низкомолекулярные тиолы EtSH и PrSH удалось вовлечь в каталитическое превращение и были достигнуты высокие выходы и селективность реакции. Результаты исследования опубликованы в топовом журнале ACS Catalysis и вынесены на обложку журнала [ACS Catal., 2015, Vol. 5, pp. 7208–7213 (IF 9,312)] (Отдел структурных исследований, лаб. № 30, зав. - член-корр. РАН В.П. Анаников).

Примеры публикаций:

1. I. V. Kuchurov, A. G. Nigmatov, E. V. Kryuchkova, A. A. Kostenko, A. S. Kucherenko, S. G. Zlotin. Stereodivergent Michael addition of diphenylphosphite to α -nitroalkenes in the presence of squaramide-derived tertiary amines: an enantioselective organocatalytic reaction in supercritical carbon dioxide. Green Chem., 2014, 16, 1521–1526 (IF 7,081) DOI: 10.1039/c3gc41647j

2. Novikov R.A., Tarasova A.V., Korolev V.A., Timofeev V.P., Tomilov Yu.V. A new type of donor–acceptor cyclopropane reactivity: the generation of formal 1,2- and 1,4-dipoles // Angew. Chem. Int. Ed., 2014, 53, 3187–3191. (IF 11,700)

dx.doi.org/10.1012/anie.201306186

3. E.S. Degtyareva, J.V. Burykina, A.N. Fakhruddinov, E.G. Gordeev, V.N. Khrustalev, V.P. Ananikov, «Pd-NHC Catalytic System for the Efficient Atom-Economic Synthesis of Vinyl Sulfides from Tertiary, Secondary, or Primary Thiols»

ACS Catal., 2015, Vol. 5, pp. 7208–7213 (IF 9.312) DOI: 10.1021/acscatal.5b01815.

ОБЛОЖКА: <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acscatal.5b01815>



4. E. O. Pentsak, A. S. Kashin, M. V. Polynski, K. O. Kvashnina, Glatzel P., V. P. Ananikov, «Spatial imaging of carbon reactivity centers in Pd/C catalytic systems» Chem. Sci., 2015, 6, 3302-3313 (IF 9.211) DOI: 10.1039/C5SC00802F

ОБЛОЖКА:

<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2015/SC/C5SC00802F#!divAbstract>

5. Kosobokov, M.D.; Levin, V.V.; Struchkova, M.I.; Dilman, A.D., Difluorohomologation of Ketones, Org. Lett. 2015, 17, 760–763. (IF 6.364) DOI: 10.1021/acs.orglett.5b00097.

Значимость проведенного исследования подчеркивает очерк, посвященный данной статье в издании Synform, в котором отмечаются наиболее интересные публикации текущего года:

© Georg Thieme Verlag Stuttgart • New York – Synform 2015/06, A79–A81 • Published online: May 18, 2015 • DOI: 10.1055/s-0034-1380555

45. Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов.

45. 44в). Был разработан удобный метод синтеза широкого круга растворимых комплексов металлов и наночастиц металлов из единого предшественника без использования сложных экспериментальных процедур. На основе предложенного метода реализованы на практике универсальные методики приготовления гомогенных и гетерогенных катализаторов для решения задач тонкого органического синтеза. Данная работа была выделена редакцией и помещена на обложке JACS – впервые работа из России помещена на обложку этого важного научного журнала (лаб. № 30, зав. – член–корреспондент РАН В.П. Анаников).

45. 44в). Обнаружено уникальное явление структурирования поверхности катализатора путём нанесения наночастиц металлов на поверхность углеродного носителя в мягких условиях в растворе и при обработке микроволновым излучением в твёрдой фазе. Проведённое исследование выявило ряд важнейших процессов на поверхности графенового слоя углерода под действием нагретых микроволновым излучением наночастиц металлов. Показана связь между структурированием поверхности катализатора и его активностью в практически значимых реакциях органического синтеза. Работа помещена на обложку журнала ACS Catalysis [ACS Catalysis 2014, v. 4, № 11 p. 3806-3814, IF 7,592] (Отдел структурных исследований, лаб. № 30, зав. - член-корр. РАН В.П. Анаников)

45. 44в). Разработан метод получения композиционных мембран на основе металлоорганических каркасных структур MOF-199, ZIF-8 на неорганических, металлокерамических или полимерных носителях. Метод обеспечивает равномерное покрытие основы металлоорганическим полимером. Данные композиционные мембраны при разделении смесей газов H₂/CO₂/CH₄/He/O₂ позволяют достичь повышения селективности разделения в 1.5 - 3 раза в сравнении с исходными мембранами без покрытия каркасными структурами [J. Membrane Science 2013, V. 427, P. 48–62 (IF 5,094); J. Mater. Chem. A., 2015, DOI:



10.1039/x0xx00000x (IF 6,743); Российские нанотехнологии, 2014, Т. 9, № 5-6, 57 – 63 (IF (РИНЦ) 1.017)] (лаб. №14, зав. - д.х.н., профессор Л.М. Кустов).

Примеры публикаций:

1. Zalesskiy S. S., Sedykh A. E., Kashin A. S., Ananikov V. P., "Efficient General Procedure To Access a Diversity of Gold(0) Particles and Gold(I) Phosphine Complexes from a Simple HAuCl₄ Source. Localization of Homogeneous/Heterogeneous System's Interface and Field-Emission Scanning Electron Microscopy Study", *J. Am. Chem. Soc.*, 2013, 135, 3550 - 3559. (IF 10,677) DOI: 10.1021/ja311258e.

Помещена на обложку журнала

Адрес размещения в сети Интернет: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja311258e>.

2. Pentsak E.O., Gordeev E.G., Ananikov V.P., "Noninnocent Nature of Carbon Support in Metal/Carbon Catalysts: Etching/Pitting vs Nanotube Growth under Microwave Irradiation", *ACS Catalysis*, 2014, v. 4, pp. 3806-3814 (IF 7.592) DOI: 10.1021/cs500934g

Помещена на обложку журнала

Адрес размещения в сети Интернет: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cs500934g>

3. V.I. Isaeva, M.I. Barkova, L.M. Kustov, D.A. Syrtsova, E.A. Efimova, V.V. Teplyakov "In situ synthesis of novel ZIF-8 membranes on polymeric and inorganic supports", *J. Materials Chemistry A*. – 2015. – Vol. 3. - P. 7469 – 7476 (IF 8,262) DOI: 10.1039/c5ta01178g, www.rsc.org.

4. Alexandra F. Bushell, Martin P. Attfield, Christopher R. Mason, Peter M. Budd, Yuri Yampolskii, Ludmila Starannikova, Alexander Rebrov, Fabio Bazzarelli, Paola Bernardo, Johannes Carolus Jansen, Marek Lanč, Karel Friess, Victor Shantarovich, Vadim Gustov, Vera Isaeva "Gas permeation parameters of mixed matrix membranes based on the polymer of intrinsic microporosity PIM-1 and the zeolitic imidazolate framework ZIF-8", *J. Membrane Science* 2013, V,427, P. 48–62 (IF 4,093) (совместно с ИНХС РАН, ИХФ РАН, Университетом г. Манчестера (Великобритания), Институтом химической технологии г. Прага (Чехия) и Институтом мембранных технологий г. Ренде (Италия)

http://www.sciencedirect.com/science?_ob;

<http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2012.09.035>

5. K.S. Levchenko, V.A. Barachevski, O.I. Kobeleva, O.V. Venidiktova, T.M. Valova, A.M. Bogacheva, K.A. Chudov, E.P. Grebennikov, P.S. Shmelin, N.O. Poroshin, G.E. Adamov, V.N. Yarovenko, M.M. Krayushkin. Synthesis of new fluorescent 1-(thien-2-yl)-9H-thieno[3,4-b]-chroman-9-ones and their fluorescent photomodulation by photochromic dihetarylethenes *Tetrahedron Letters*, 56, 9, 2015, 1085–1088 (IF 2.286) DOI:10.1016/j.tetlet.2015.01.101 (Совместно с Центром фотохимии РАН и ОАО «ЦНИТИ «Техномаш»).

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 минераль-



ного сырья различных классов и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами.

46. 44в). 47. На основе развитой концепции межслойной динамики активных центров предложены обоснования ключевых положений трёх базовых моделей, лежащих в основе современных представлений о механизме гидроочистного катализа сульфидами переходных металлов и даны граничные условия работы этих моделей. Применение концепции межслойной динамики в качестве обобщенного подхода, позволяет создавать новые эффективные катализаторы для процессов гидропереработки различного углеводородного сырья и конверсии синтез-газа путем оптимизации их составов. [Journal of Catalysis 309 (2014) 386–396 (IF 5.787), Appl. Catal. B Environ. 158-159 (2014) 161–174 (IF 6,423); Известия АН. Сер.Хим., 63 (2) (2014) 332–345, (IF 0,508)] (Лаб. № 38, зав. д.х.н. В.М. Коган, совм. с лаб. № 40, зав. – чл.-корр. РАН А.Л. Лapidус и Самарским ГТУ).

46. 44в). В 2014-2015 гг. разработан высокоселективный биметаллический 1%Pd-Ag/Al₂O₃ катализатор гидрирования замещенных алкиновых соединений в соответствующие олефины. Характеристики катализатора существенно превосходят характеристики коммерческого катализатора Линдлара (5%Pd-Pb/CaCO₃). Разработанный катализатор обладает селективностью идентичной катализатору Линдлара, однако обеспечивает более высокую производительность и существенно более высокий выход продуктов гидрирования, что достигается при более низком содержании палладия (снижение содержания палладия с 5% до 1%). Наряду с более высокой активностью, значительным преимуществом катализатора является отсутствие в его составе ядовитых соединений свинца, благодаря чему разработанный катализатор может быть успешно использован в фармакологической и пищевой промышленности. [Кинетика и катализ 57 (5) (2016) 621; Кинетика и катализ 57 (5) (2016) 629 (IF 0,9)] (Лаб. № 35, зав. д.х.н., профессор А.Ю. Стахеев).

46. 44в). Разработан новый тип катализаторов очистки выхлопных газов дизельных двигателей – комбинированная каталитическая система, представляющая собой механическую смесь оксидного (CeO₂-ZrO₂, Mn/CeO₂-ZrO₂ и т.п.) и цеолитного компонентов. Разработанная каталитическая система позволяет одновременно решать несколько задач: окисление сажи, окисление остаточных углеводородов топлива и селективное каталитическое восстановление оксидов азота. Принципиальная новизна подхода заключается в том, что все три процесса могут проводиться на едином каталитическом блоке. При этом удаление оксидов азота путем их селективного каталитического восстановления может осуществляться в области низких температур (150–250°C), что позволяет решать проблему «холодного старта» – нейтрализации загрязняющих соединений, образующихся при запуске двигателя, а также при движении автотранспорта в «городском» режиме – частые остановки и разгоны [Catalysis Today, 258 (2015) 183–189 (IF=3.893)] (лаб. № 35, зав. - д.х.н., профессор А.Ю. Стахеев совместно с компанией «Хальдор Топсе» (Дания).

Примеры публикаций:



1. I. P.A. Nikulshin, V.A. Salnikov, A.V. Mozhaev, P.P. Minaev, V.M. Kogan, A.A. Pimerzin, Relationship between active phase morphology and catalytic properties of the carbon–alumina-supported Co(Ni)Mo catalysts in HDS and HYD reactions, *Journal of Catalysis* 309 (2014) 386–396, DOI: 10.1016/j.jcat.2013.10.020. (IF 5.787) (совместно с СамГТУ и МГУ).
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021951713003710>
2. P.A. Nikulshin, A.V. Mozhaev, K.I. Maslakov, A.A. Pimerzin, V.M. Kogan, Genesis of HDT catalysts prepared with the use of Co₂Mo₁₀HPA and cobalt citrate: Study of their gas and liquid phase sulfidation, *Appl. Catal. B Environ.* 158-159 (2014) 161–174 (IF 6,423) (совместно с СамГТУ) DOI: 10.1016/j.apcatb.2014.04.013
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926337314002306>
3. Alexey V. Kirilin, Benjamin Hasse, Anton V. Tokarev, Leonid M. Kustov, Galina N. Baeva, Galina O. Bragina, Aleksandr Yu. Stakheev, Anne-Riikka Rautio, Tapio Salmi, Bastian J. M. Etzold, Jyri-Pekka Mikkolaee, Dmitry Yu. Murzin, Aqueous-phase reforming of xylitol over Pt/C and Pt/TiC-CDC catalysts: catalyst characterization and catalytic performance // *Catal. Sci. Technol.*, 2014, 4, 387, (IF 4.760) (совм. с университетами Турку и Оулу, Финляндия, университетом Эрланген-Нюремберг, Германия, университетом Умеа, Швеция)
 DOI: 10.1039/c3cy00636k
4. A.Yu. Stakheev, A.I. Mytareva, D.A. Bokarev, G.N. Baeva, D.S. Krivoruchenko, A.L. Kustov, M. Grill, J.R. Thøgersen, Combined catalytic systems for enhanced low-temperature NO_x abatement, // *Catalysis Today*, 258 (2015) 183–189, (IF=3.893)] (совм. с компанией «Хальдор Топсе») DOI: 10.1016/j.cattod.2015.05.023
5. Ия Yu. Pakharukov, Alexander Yu. Stakheev, Irina E. Beck, Yan V. Zubavichus, Vadim Yu. Murzin, Valentin N. Parmon, and Valerii I. Bukhtiyarov, Concentration Hysteresis in the Oxidation of Methane over Pt/γ-Al₂O₃: X-ray Absorption Spectroscopy and Kinetic Study// *ACS Catal.* 2015, 5, 2795–2804, (IF 9.307) (совм. с ИК СО РАН, Новосибирским ГУ, Национальным исследовательским центром «Курчатовский институт», ИХС РАН).
 DOI: 10.1021/cs501964z.
47. Химические проблемы получения и преобразования энергии, фундаментальные исследования в области использования альтернативных и возобновляемых источников энергии.
47. 44а). Впервые в России разработан способ нанесения на кристаллы высокоэнергетических соединений (ВЭС) ультратонкой (15-20 нм) полимерной пленки в среде сверхкритического диоксида углерода. В результате указанной обработки значительно (в 2-3 раза) уменьшается чувствительность ВЭС к механическим воздействиям при сохранении на прежнем уровне их термостабильности. Следует отметить, что при использовании других методов покрытия энергетических материалов полимерами, эффект снижения чувствительности обычно наблюдается лишь при использовании не менее 10 масс.% нанесенного полимера, что существенно ухудшает энергетические характеристики ВЭС и изделий на их основе. Полученный результат открывает перспективу создания новых



технологий получения эффективных и безопасных в обращении высокоэнергетических материалов (лаб. № 11, зав. - д.х.н., профессор С.Г. Злотин).

47. 44a). Разработана эффективная методология синтеза полиазотистых энергоемких вторичных аминов из единого легкодоступного дешевого исходного соединения.

Разработанная методология является первым примером использования принципов комбинаторной химии в области энергоемких соединений. Нарботан ряд соединений и передан в смежные организации для определения специальных свойств [Organic Letters, 2014, 16, (2), 406-409, IF 6,142] (лаб. № 19, зав. - д.х.н., профессор Н.Н. Махова).

47. На основе легко доступных нитрилов фуроксанкарбоновых кислот разработаны простые one-pot подходы к эффективной сборке недоступных ранее гибридных гетероциклических систем, содержащих фуроксанный цикл в комбинации с высокоазотными и азот-кислородными гетероциклами: тетразолами, 1,2,4-оксадиазолами и 1,2,4-триазолами. Разработанные подходы позволяют синтезировать структуры, включающие до 5 гетероциклов в молекуле, представляющие интерес в качестве потенциальных компонентов высокоэнергетических составов. Среди синтезированных соединений выявлены также структуры с высокой цитотоксической активностью [RSC Adv., 2015, 5, 47248-47260 (IF 3.84); Tetrahedron, 2015, 71, 6764-6775 (IF 2.64); Chem. Heterocycl. Compd., 2015, 51, 754-759 (IF 0.62)] (лаб. № 19, зав. – д.х.н., профессор Н.Н. Махова).

Примеры публикаций:

1. N.V. Palysaeva, K.P. Kupman, M.I. Struchkova, I.L. Dalinger, A.V. Kormanov, N.S. Aleksandrova, V.M. Chernyshev, D.F. Pyreu, K. Yu. Suponitsky and A.B. Sheremetev.

“A Direct Approach to a 6-Hetarylamino-[1,2,4]triazolo[4,3-b][1,2,4,5]tetrazine Library”.

Organic Letters, 2014, 16, (2), 406-409 (IF 6,142) (совместно с НГТУ, ИГУ)

DOI: 10.1021/ol403308h

2. L.L. Fershtat, I.V. Ananyev, N.N. Makhova, «Efficient assembly of mono- and bis(1,2,4-oxadiazol-3-yl)furoxan scaffolds via tandem reactions of furoxanylamidoximes», RSC Adv., 2015, 5, 47248-47260 (IF 3.84)

DOI: 10.1039/C5RA07295F

<http://pubs.rsc.org/en/results?artefjournalname=rsc%20adv&artefstartpage=47248&artefvolumeyear=2015&category=journal>

3. L.L. Fershtat, M.A. Epishina, A.S. Kulikov, I.V. Ovchinnikov, I.V. Ananyev, N.N. Makhova, «An efficient access to (1H-tetrazol-5-yl)furoxan ammonium salts via a two-step dehydration / [3+2]-cycloaddition strategy». Tetrahedron, 2015, 71, 6764-6775 (IF 2.64);

DOI: 10.1016/j.tet.2015.07.034

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040402015010716>

4. M.S. Klenov, O.V. Anikin, A.M. Churakov, Yu.A. Strelenko, I.V. Fedyanin, I.V. Ananyev and V.A. Tartakovskiy, "Toward the Synthesis of Tetrazino-tetrazine 1,3,6,8-Tetraoxide (TTTO): a Novel Approach to Non-annulated 1,2,3,4-Tetrazine 1,3-Dioxides". Eur. J. Org. Chem., 2015, 6170-6179 (IF 3.065) DOI: 10.1002/ejoc.201500923.



5. Dalinger, I. L.; Vatsadze, I. A.; Shkineva, T. K.; Kormanov, A. V.; Struchkova, M. I.; Suponitsky, K. Yu.; Bragin, A. A.; Monogarov, K. A.; Sinditskii, V. P.; Sheremetev, A. B. "Novel high energetic pyrazoles: N-trinitromethyl substituted nitropyrazoles" *Chem. – Asian J.*, 2015, 10, № 9, 1987-1996. (IF 4.587) (совместно с ИНЭОС РАН, ИХФ РАН, РХТУ)

DOI: 10.1002/asia.201500533

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asia.201500533/full>

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.

48. 44в). Открыта новая реакция, не имеющая аналогии в органической химии – перегруппировка пиранозидов в фуранозиды в условиях кислотнокатализируемого исчерпывающего сульфатирования под действием аминных комплексов SO_3 . Применение данной реакции позволяет упростить сложные схемы синтезов малодоступных биологически значимых олигосахаридных производных. Это продемонстрировано успешно проведенными синтезами сложных гетеросахаридов, структурно родственных фрагментам галактоманнана плесневого гриба «черная гниль», ряда бактерий, а также полисахарида фукоидана из бурой водоросли. Синтезированные антигены патогенов являются ключевыми элементами при создании микробиологических диагностикумов, а также соответствующих вакцин (Биологические работы в этом направлении ведутся в сотрудничестве со специализированными исследовательскими центрами - Институтом им. Пастера (Париж, Франция) и с Институтом вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова РАМН (Москва) [*Chem. Eur. J.*, 20 (2014) 16516-16522 (IF 5,771)] Помещена на обложку журнала (лаб. № 52, зав. – чл.-корр. РАН Н.Э. Нифантьев)

48. 44в). Разработан универсальный метод синтеза изофлавонов из легкодоступных полиалкокси-аллилбензолов (апиола, диллапиола, миристицина), выделенных из промышленных CO_2 -экстрактов семян петрушки и укропа и ванилина (выход 70–80%).

На модели зародышей морских ежей показано, что эти изофлавоны нарушают деление клеток в низких концентрациях (менее 50 наномолей) и являются ингибиторами полимеризации тубулина. Выявлено 3 аналога Глазиовианина А эффективно подавляющих рост раковых клеток простаты человека *in vitro* [*Успехи Химии*, 2015г, т.84, вып.2, стр.134-158, (IF 3,34)] (лаб. № 17, зав. - д.х.н. В.В. Семенов).

48. 44в. С использованием разработанного метода стереонаправленного 1,2-цис-гликозилирования впервые синтезированы спейсированный (1 \square 3)- α -D-глюко-пентасахаридный лиганд, структурно родственный (1 \square 3)- α -D-глюкану опаснейшего микопатогена *Aspergillus fumigatus* («чёрная гниль»). Синтезирован конъюгат лиганда с белком-носителем БСА, который был использован в качестве иммуногена для получения гомологичных иммуноглобулинов. Их поместили флуоресцеином и получили эффективный трейсер для детектирования клеток данного патогена.



Значимость проведённого исследования подчеркивает иллюстрация на обложке выпуска журнала *Chemistry - European Journal*, а также редакторская статья об авторах работы [*Chem. Eur. J.*, 21 (2015) 1029-1035. (IF 5,7)] (лаб. № 52, зав. - член-корр. РАН Н.Э. Нифантьев).

Примеры публикаций:

1. V.B. Krylov, D.A. Argunov, D.Z. Vinnitskiy, S.A. Verkhnyatskaya, A.G. Gerbst, N.E. Ustyuzhanina, A.S. Dmitrenok, J. Huebner, O. Holst, H.-C. Siebert, and N.E. Nifantiev, "Pyranoside-into-Furanoside Rearrangement: New Reaction in Carbohydrate Chemistry and Its Application in Oligosaccharide Synthesis", *Chem. Eur. J.*, 20 (2014) 16516-16522. (IF 5,7) DOI: 10.1002/chem.201405083.

Обложка: Cover DOI: 10.1002/chem.201490209

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201490209/pdf>

2. Семенов В.В., Семенова М.Н. Полиалкоксифлавоноиды - ингибиторы деления клеток. Усп. хим., 2015, 84 (2), 134–158. (IF 2,583) DOI: 10.1070/RCR4449.

(V.V. Semenov, M.N. Semenova. Polyalkoxyflavonoids as inhibitors of cell division. *Russ. Chem. Rev.*, 2015, 84 (2), 134-158)

3. B. S. Komarova, M. V. Orekhova, Y. E. Tsvetkov, R. Beau, V. Aimanianda, J.-P. Latge, and N.E. Nifantiev, "Synthesis of a pentasaccharide and neoglycoconjugates related to fungal α -(1→3)-glucan and their use in antibodies generation to trace *Aspergillus fumigatus* cell wall" *Chem. Eur. J.*, 21 (2015) 1029-1035. (IF 5,771)

DOI: 10.1002/chem.201404770

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201404770/pdf>

Статье посвящен рисунок на обложке журнала *Chem. Eur. J.*, 21 (2015) 917

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201590005/pdf>

DOI: 10.1002/chem.201590005

а также редакционная статья ("Cover Profile») об авторах и значимости выполненной работы:

Chem. Eur. J., 21 (2015) 921

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201405770/pdf>

DOI: 10.1002/chem.201405770

4. I.Sadovskaya, A.Souissi, S.Souissi, T.Grad, P.Lancel, C.M.Greene, S.Duin, P.S.Dmitrenok, A.O.Chizhov, A.S.Shashkov, A.I.Usov. Chemical structure and biological activity of a highly branched (1→3,1→6)- β -D-glucan from *Isochrysis galbana*. // *Carbohydrate Polymers* 2014. V. 111. P. 139-148. (IF 3,916) (совместно с Университетом г. Булонь, Франция). <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.04.077>

5. Gabriel dos Passos Gomes, Vera Vil', Alexander Terent'ev, Igor V. Alabugin. Stereoelectronic source of the anomalous stability of bis-peroxides. *Chemical Science*, 2015, 6, 6783-6791. (IF 9,211) (Совместно с университетом штата Флорида, США)

DOI: 10.1039/C5SC02402A



<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/sc/c5sc02402a>

49. Фундаментальные исследования в области химии и материаловедения в интересах обороны и безопасности страны.

49. 44а). Разработаны методы синтеза энергоемких органических соединений нового класса - производных азоксифуразанилфуроксанов, исключительно эффективных в энергетическом плане. Указанные соединения являются кристаллическими веществами, характеризуются высоким содержанием активного кислорода, высокой энтальпией образования и представляют интерес как ключевые компоненты высокоимпульсных твердых ракетных топлив стратегического назначения и мощных плавких взрывчатых составов (лаб. № 12, зав. - д.х.н., профессор О.А. Лукьянов).

49. 44а). Разработана технология получения низкотемпературных N-нитраминных пластификаторов активного связующего для использования их в качестве компонентов перспективных спецкомпозиций с широким температурным диапазоном применения. Проведены выбор, обоснование и отработка технологии получения пластификаторов ряда N-нитрооксазолидина на базе доступного исходного сырья с обеспечением технологичности и экономичности процессов, возможности их масштабирования. Работы по практическому использованию полученных результатов проводятся в ФЦДТ «Союз» (лаб. № 42, зав. – академик В.А. Тартаковский).

49. 44а). Разработаны эффективные методы получения нитрамидов (полинитрамидов) нитрованием производных уретана, мочевины и диамидов щавелевой и серной кислот пятиокисью азота в жидком CO₂. Методы отличаются от известных меньшей взрывоопасностью и отсутствием побочных продуктов. Синтезированные соединения являются непосредственными предшественниками первичных нитраминов и динитраминов, используемых для получения энергоемких соединений, содержащих нитраминные группы (лаб. № 11, зав. - д.х.н., профессор С.Г. Злотин).

Примеры публикаций:

1. Патент №2557552 от 26.06.2015 г. О.А. Лукьянов, Г.В. Похвиснева, Т.В. Терникова «3,3'-Бис(фтординитрометил-ONN-азоксифуразанил)фуроксан и способ его получения», по Заявке № 2014123032 приоритет 06.06.2014 г.

http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2015FULL/2015.07.27/Index_ru.htm

2. Патент РФ № 2545005 от 17.02.2015. Ю.М. Милёхин, Ю.Б. Банзула, В.А. Шиманский, Н.Н. Парфёнов, С.А. Высота, О.Н. Автушко, А.П. Коробко, С.В. Крашенинников, Д.Б. Виноградов, П.В. Булатов «Высокоэффективное смесевое твердое ракетное топливо на основе отверждаемого энергоёмкого полиазидооксетанового связующего» (секретно).

3. S.G. Zlotin, A.M. Churakov, O.A. Luk'yanov, N.N. Makhova, A.Yu. Sukhorukov, V.A. Tartakovsky. Novel approaches to pharmacology-oriented and energy rich organic nitrogen–oxygen systems. *Mendeleev Commun.*, 2015, 25, 399-409 (IF 1,407)

(doi: 10.1016/j.mencom.2015.11.001)



4. Патент РФ № 2561141 от 28.07.2015 Ю.В.Томилов, Е.В.Шулишов, О.М.Нефедов, В.А.Докичев, В.Е.Курбатов, М.Е.Виноградова, Е.А.Тупахина, Д.А.Маньшев, А.В.Улитко, Сницарь П.Ю. на изобретение «Способ получения циклопропановых углеводородов.....» по заявке № 2014400030 с приоритетом от 03 июня 2014 г., (секретно)

5. О.А. Лукьянов, Г. В. Похвиснева, Т. В. Терникова «Нитрозамещенные бис(метил-ОНN-азоксифуразанил)фуроксаны». Изв. АН, сер. хим., №1, 2015, 137 (IF 0,58)

(<http://www.ruscchembull.ru/rus/index.php?id=183&idi=3204&stat=&rc=0&idp=0&action=showfull&type=Полные статьи>),

DOI: 10.1007/s11172-015-0832-7;

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. Novikov R.A., Tarasova A.V., Korolev V.A., Timofeev V.P., Tomilov Yu.V.. A new type of donor–acceptor cyclopropane reactivity: the generation of formal 1,2- and 1,4-dipoles // *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2014, 53, 3187–3191. (IF 11,700) dx.doi.org/10.1012/anie.201306186

2. E.S. Degtyareva, J.V. Burykina, A.N. Fakhrutdinov, E.G. Gordeev, V.N. Khurstalev, V.P. Ananikov, «Pd-NHC Catalytic System for the Efficient Atom-Economic Synthesis of Vinyl Sulfides from Tertiary, Secondary, or Primary Thiols»

ACS Catal., 2015, Vol. 5, pp. 7208–7213 (IF 9.312) DOI: 10.1021/acscatal.5b01815.

ОБЛОЖКА: <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acscatal.5b01815>

3. E. O. Pentsak, A. S. Kashin, M. V. Polynski, K. O. Kvashnina, Glatzel P., V. P. Ananikov, «Spatial imaging of carbon reactivity centers in Pd/C catalytic systems» *Chem. Sci.*, 2015, 6, 3302–3313 (IF 9.211) DOI: 10.1039/C5SC00802F

ОБЛОЖКА:

<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2015/SC/C5SC00802F#!divAbstract>

4. Kosobokov, M.D.; Levin, V.V.; Struchkova, M.I.; Dilman, A.D., Difluorohomologation of Ketones, *Org. Lett.* 2015, 17, 760–763. (IF 6.364) DOI: 10.1021/acs.orglett.5b00097.

Значимость проведенного исследования подчеркивает очерк, посвященный данной статье в издании Synform, в котором отмечаются наиболее интересные публикации текущего года:

© Georg Thieme Verlag Stuttgart • New York – Synform 2015/06, A79–A81 • Published online: May 18, 2015 • DOI: 10.1055/s-0034-1380555

5. Zalesskiy S. S., Sedykh A. E., Kashin A. S., Ananikov V. P., "Efficient General Procedure To Access a Diversity of Gold(0) Particles and Gold(I) Phosphine Complexes from a Simple



HAuCl₄ Source. Localization of Homogeneous/Heterogeneous System's Interface and Field-Emission Scanning Electron Microscopy Study", *J. Am. Chem. Soc.*, 2013, 135, 3550 - 3559. (IF 10,677) DOI: 10.1021/ja311258e.

Помещена на обложку журнала

Адрес размещения в сети Интернет: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja311258e>.

6. Pentsak E.O., Gordeev E.G., Ananikov V.P., "Noninnocent Nature of Carbon Support in Metal/Carbon Catalysts: Etching/Pitting vs Nanotube Growth under Microwave Irradiation", *ACS Catalysis*, 2014, v. 4, pp. 3806-3814 (IF 7.592) DOI: 10.1021/cs500934g

Помещена на обложку журнала

Адрес размещения в сети Интернет: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cs500934g>

7. Илья Ю. Pakharukov, Alexander Yu. Stakheev, Irina E. Beck, Yan V. Zubavichus, Vadim Yu. Murzin, Valentin N. Parmon, and Valerii I. Bukhtiyarov, Concentration Hysteresis in the Oxidation of Methane over Pt/γ-Al₂O₃: X-ray Absorption Spectroscopy and Kinetic Study// *ACS Catal.* 2015, 5, 2795–2804, (IF 9.307) (совм. с ИК СО РАН, Новосибирским ГУ, Национальным исследовательским центром «Курчатовский институт», ИНХС РАН).

DOI: 10.1021/cs501964z.

8. Gabriel dos Passos Gomes, Vera Vil', Alexander Terent'ev, Igor V. Alabugin. Stereoelectronic source of the anomalous stability of bis-peroxides. *Chemical Science*, 2015, 6, 6783-6791 . (IF 9,211) (Совместно с университетом штата Флорида, США)

DOI: 10.1039/C5SC02402A

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/sc/c5sc02402a>

9. B. S. Komarova, M. V. Orekhova, Y. E. Tsvetkov, R. Beau, V. Aimanianda, J.-P. Latge, and N.E. Nifantiev, "Synthesis of a pentasaccharide and neoglycoconjugates related to fungal α-(1→3)-glucan and their use in antibodies generation to trace *Aspergillus fumigatus* cell wall" *Chem. Eur. J.*, 21 (2015) 1029-1035. (IF 5,771)

DOI: 10.1002/chem.201404770

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201404770/pdf>

Статья посвящен рисунок на обложке журнала *Chem. Eur. J.*, 21 (2015) 917

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201590005/pdf>

DOI: 10.1002/chem.201590005

а также редакционная статья ("Cover Profile») об авторах и значимости выполненной работы:

Chem. Eur. J., 21 (2015) 921

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201405770/pdf>

DOI: 10.1002/chem.201405770

10. V.I. Isaeva, M.I. Barkova, L.M. Kustov, D.A. Syrsova, E.A. Efimova, V.V. Teplyakov "In situ synthesis of novel ZIF-8 membranes on polymeric and inorganic supports", *J. Materials Chemistry A.* – 2015. – Vol. 3. - P. 7469 – 7476 (IF 8,262) DOI: 10.1039/c5ta01178g, www.rsc.org.



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

Общее количество российских грантов, полученных ИОХ РАН за 2013-2015 гг. — 152 гранта (из них грантов РФФИ — 123 гранта; грантов РНФ — 12 грантов; гранты Президента для поддержки молодых ученых МД — 3 гранта, МК — 10 грантов; гранты Президента для поддержки научных школ — 4 гранта).

Грант РНФ № 14-50-00126 «Органические и гибридные молекулярные системы для критических технологий в интересах национальной безопасности и устойчивого развития» по направлению «Реализация комплексных научных программ организаций»; 2014-2018 гг.; 580 млн. руб.; руководитель академик М.П. Егоров.

Грант РНФ № 14-03-01054 «Разработка новых процессов аннелирования и фрагментации донорно-акцепторных циклопропанов, пиразолинкарбоксилатов и других подобных систем под действием кислот Льюиса с целью регио- и стереоселективного создания новых структур в интересах медицинской химии» по направлению «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами»; 2014-2016 гг.; 13,5 млн. руб.; руководитель д.х.н., профессор Ю.В. Томилов.

Грант РНФ № 14-03-01030 «Исследование взаимодействия графена и многослойных углеродных материалов с комплексами и наночастицами металлов на молекулярном уровне с целью создания высокоактивных катализаторов нового поколения» по направлению «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами»; 2014-2016 гг.; 15 млн. руб.; руководитель чл.-корр. РАН В.П. Анаников.

Грант РНФ № 14-23-00199 «Комплексное исследование галактофуранозил-содержащих олигосахаридов, отвечающих фрагментам полисахаридных антигенов клинически важных патогенов: химический синтез, спектральный и конформационный анализ и изучение иммунобиологических характеристик» по направлению «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований коллективами существующих научных лабораторий (кафедр)»; 2014-2016 гг.; 52,57 млн. руб.; руководитель чл.-корр. РАН Н.Э. Нифантьев.

Грант РНФ № 14-23-00150 «Органический синтез на основе новых превращений функциональных групп» по направлению «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований коллективами существующих научных лабораторий (кафедр)»; 2014-2016 гг.; 60,0 млн. руб.; руководитель чл.-корр. РАН А.О. Терентьев.

Грант РНФ № 14-33-00001 «Наноразмерные адсорбенты и катализаторы для утилизации углекислого газа» по направлению «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований вновь создаваемыми научной организацией и вузом



совместными научными лабораториями»; 2014-2016 гг.; 75,0 млн. руб.; руководитель д.х.н., проф. Л.М. Кустов.

Грант РФФИ № 13-03-12237_офи-м «Комплексное исследование физической и химической активации прямой реакции кремния с кислородсодержащими соединениями как ключевой реакции, лежащей в основе экологически безопасной «бесхлорной» технологии получения алкоксисиланов»; 2013-2015 гг.; 9,0 млн. руб.; руководитель академик М.П. Егоров.

Грант РФФИ № 13-03-12223_офи-м «Суб- и сверхкритический диоксид углерода как основа новых экологически чистых технологий получения высокоэнергетических материалов»; 2013-2015 гг.; 7,2 млн. руб.; руководитель академик В.А. Тартаковский.

Грант РФФИ № 13-03-12176_офи-м «Разработка высокоселективных, стабильных и регенерируемых катализаторов гидрирования алкиновых соединений на основе нанесенных металлических наночастиц»; 2013-2015 гг.; 7,5 млн. руб.; руководитель д.х.н., проф. А.Ю. Стахеев.

Грант РФФИ № 13-03-12074_офи-м «Реакции образования связей углерод-элемент и углерод-углерод с участием гомогенных и гетерогенных систем на основе переходных элементов»; 2013-2015 гг.; 7,0 млн. руб.; руководитель д.х.н., профессор РАН А.Д. Дильман

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

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы»

1. ГК 11.519.11.5018 (2011-2013) от 28.10.2011 г. с Минобрнауки РФ

(мероприятие "Работы по проведению проблемно-ориентированных поисковых исследований и созданию научно-технического задела по приоритетному направлению «Рациональное природопользование» в области рационального природопользования с участием научных и исследовательских организаций стран ЧЭС.", 5,4 млн. руб.



(шифр лота: 2011-1.9-519-034) проф. Кустов Л.М.

2. ГК 11.519.11.5021 (2011-2013) от 28.10.2011 г. с Минобрнауки РФ

(мероприятие "Работы по проведению проблемно-ориентированных поисковых исследований и созданию научно-технического задела по приоритетному направлению «Рациональное природопользование» в области рационального природопользования с участием научных и исследовательских организаций стран ЕврАзЭС." 5,4 млн. руб.

(шифр лота: 2011-1.9-519-038) проф. Кустов Л.М.

3. ГК № 11.519.11.2038 (2012-2013 г.) от 12.03.2012 г. с Минобрнауки РФ, (мероприятие «Работы по проведению проблемно-ориентированных поисковых исследований и созданию научно-технического задела для реализации прикладных задач биотехнологии и/или химии и/или фармацевтики с участием научно-образовательных и исследовательских организаций Швейцарии» (шифр заявки 2012-1.9-519-002-189)

д.х.н. Терентьев А.О. 6,25 млн. руб.

4. ГК № 14.515.11.0034 (2013 г.) от 19.03.2013 г. с Минобрнауки РФ, (мероприятие «Проведение проблемно-ориентированных поисковых исследований в области подготовки и переработки природного газа в сырье для нефтехими» 6,9 млн. руб.

(шифр заявки «2013-1.5-14-515-0013-058» проф. Кустов Л.М.

5. ГК № 14.513.11.0139 (2013 г.) от 14.10.2013 г. с Минобрнауки РФ,

(мероприятие 1.3 Программы (IX очередь) «Проведение проблемно-ориентированных поисковых исследований и создание научно-технического задела по технологиям в области индустрии наносистем и материалов») 3,0 млн. руб.

Шифр лота 2013-1.3-14-513-0095. академик Егоров М.П.

+ 1 договор в рамках ГК по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы»

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»

6. Соглашение № 14.613.21.0012 от 27.08.2014 г. (2014-2016 гг.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России, по темк "Разработка катализаторов, не содержащих благородных металлов, для синтеза ценных органических продуктов"

шифр заявки «2014-14-585-0011-003») 25,2 млн.руб. проф. Кустов Л.М.

7. Соглашение № 14.616.21.0014 от 17.09.2014 г. (2014-2016 гг.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России, по темк "Разработка методологии оценки экотоксичности новых наноматериалов с использованием различных гидробионтов"

шифр заявки «2014-14-588-0006-7978») 26,0 млн.руб. проф. Кустов Л.М.

8. Соглашение № 14.616.21.0041 от 19.10.2015 г. (2015-2017 гг.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России, по темк "Нанокатализаторы для конверсии СЦ2 в ценные продукты в сверхкритических условиях"

шифр заявки «2015-14-588-0001-020» 15,0 млн. руб. проф. Кустов Л.М.



9. Договор № 28/14 от 09.06.2014 г. (2014-2016) с ФГУП «ГосНИИ ОЧБ» на НИР "Разработка конъюгированных вакцин на основе синтетических углеводных лигандов против возбудителей госпитальных инфекций" в рамках Соглашения № 14.579.21.0022 от 05.06.2014 г. с Минобрнаукой РФ 18,7 млн. руб. проф. Нифантьев Н.Э.

10. Договор № 39/14 от 01.09.2014 г. (2014-2016) с ИНХС РАН на НИР "Разработка методики приготовления, наработка тестовых образцов и укрупненных партий катализатора окислительной конверсии этана в этилен с отдельной подачей сырья и окислителя" в рамках Соглашения № № 14.607.21.0054 от 26.08.2014 г. с Минобрнаукой РФ. 17,4 млн. руб. проф. Усачев Н.Я., проф. Кустов Л.М.

+ еще 3 договора в рамках Соглашений по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»

ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы»

11. Соглашение № 8441 (2012-2013 г.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России от 31 августа 2012 г., шифр заявки «2012-1.1-12-000-1014-051» по теме «Механизмы химических и каталитических процессов, формирования активных интермедиатов и активных центров, структурные исследования наноразмерных материалов», рук. академик М.П. Егоров (отв. исп. проф. Кустов Л.М.), - 4,855 млн. руб.

12. Соглашение № 8431, (2012-2013 г.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России от 31 августа 2012 г., шифр заявки «2012-1.1-12-000-1013-006» по теме «Исследование механизмов химических и каталитических процессов и активных интермедиатов (реакции с участием алкенов, алкинов и карбеновых частиц)» 2012-2013 г., рук. академик Нефедов О.М. (отв. исп. Свитанько И.В.) 5,638 млн. руб.

13. Соглашение № 8453 (2012-2013 г.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России от 31 августа 2012 г. (мероприятие 1.2.1, очередь ХХХ), по теме: «Разработка новых высокоэффективных и экологически безопасных методов органического синтеза для проведения атом-экономичных реакций присоединения с помощью металлокомплексных и наноразмерных катализаторов» (номер заявки в информационной компьютеризированной системе «2012-1.2.1-12-000-1004-044»)

член-корр. РАН Анаников В.П. 1,901 млн. руб.

14. Соглашение № 8572 (2012-2013 г.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России от 13 сентября 2012 г. (мероприятие 1.2.1, очередь ХLI), по теме «Компьютерное моделирование методами молекулярной динамики, квантовой химии и гибридными методами функциональных наноматериалов и активных центров катализаторов с последующим построением экспериментальной модели, измерением свойств и экспериментальной верификацией на практике» (номер заявки в информационной компьютеризированной системе «2012-1.2.1-12-000-2013-089»)

член-корр. РАН Анаников В.П. 1.456 млн. руб.



15. Соглашение № 8651 (2012-2013 г.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России от 11 сентября 2012 г., мероприятий 1.1-1.5, лот, по теме «Эффективные, синтетически и технологически доступные соединения с фрагментом О-О для лечения рака с новым механизмом противоопухолевого действия. Синтез, изучение противоопухолевых свойств, выяснение молекулярного и клеточного механизма цитотоксичности» (номер заявки в информационной компьютеризированной системе «2012-1.5-12-000-2008-016»)

Научный руководитель работы - доктор биологических наук, профессор Левицкий Дмитрий Олегович (Нантский университет (Université de Nantes), Нант, Франция)

Ответственный исполнитель - д.х.н. А.О. Терентьев 2,142 млн.руб.

16. Соглашение № 8633 (2012-2013 г.) о предоставлении гранта в форме субсидии Минобрнауки России от 24 августа 2012 г., (мероприятие № 1.3.1 – проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук, соглашение № 14.740.11.1615) «Асимметрический синтез биологически активных веществ в среде жидкого и сверхкритического диоксида углерода с применением хиральных органокатализаторов» Рук.: к.х.н. И.В. Кучуров 1,177 млн.руб.

+ 1 договор в рамках Соглашений по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы»

ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса» на 2007-2010 гг. и на период до 2015 г. – 1 договор в рамках ГК

«Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации» на период 2011-2020 гг. – 4 договора в рамках ГК

«Развитие фармацевтической и медицинской промышленности РФ на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу» – 4 договора в рамках ГК (2013-2015 гг.)

Целевая комплексная программа Госкорпорации по атомной энергии «Росатом» «Обеспечение Росатома взрывчатыми веществами» (ГОЗ)

– 1 договор в рамках ГК (2015 г.)

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

1. 44а). 49. На основе научных разработок ИОХ РАН на ОАО «Редкинский опытный завод» в опытно-промышленном масштабе реализован оригинальный безопасный процесс каталитического циклопропанирования напряженных непредельных углеводородов диазометаном, генерируемым *in situ* непосредственно в реакционной среде, обеспечивающий



100% выход циклопропанов. Данный процесс положен в основу ключевой стадии получения высокоэнергетического ракетного горючего, которое было успешно испытано при проведении учебно-боевых пусков крылатых ракет воздушного базирования (Отдел химии нестабильных молекул и малых циклов, рук. – академик О.М. Нефедов, лаб. № 6, зав. - профессор Ю.В. Томилов).

2. 44а. 49. Разработанный на этапе 2014 года способ флегматизации высокоэнергетических соединений (ВЭС) путем нанесения на их кристаллы ультратонких (15-20 нм) полимерных пленок (1-2 масс.%) в среде сверхкритического диоксида углерода реализован на опытно-промышленной установке на ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова». Флегматизированные образцы ВЭС, имеющие значительно меньшую (в 2-8 раз) чувствительность к механическим воздействиям, чем исходные образцы, при сохранении энергетических свойств, переданы заинтересованным организациям для изучения в составах изделий. Полученный результат является важным шагом на пути к созданию новых технологий получения эффективных и безопасных в обращении высокоэнергетических материалов (лаб. № 11, зав. - д.х.н., профессор С.Г. Злотин).

3. В связи с острой необходимостью в разработке жидких теплоносителей для использования в капельных холодильниках-излучателях в условиях открытого космоса в бескаркасных системах отвода низкопотенциального тепла проведены комплексные исследования новых типов ионных жидкостей (ИЖ) на основе кремнийсодержащих структур. Впервые синтезирован ряд новых монокатионных и дикатионных ИЖ, обладающих рядом специфических свойств, позволяющих использовать их в условиях открытого космического пространства (вакуум, значительные перепады температур, радиация). Получены практически неиспаряемые ИЖ, пригодные для применения в космосе.

В 2015 году проведен первый эксперимент в российском сегменте Международной космической станции с использованием в качестве теплоносителя ионных жидкостей (ИЖ) на основе кремнийсодержащих структур, разработанных в ИОХ РАН. [Патент РФ № 2566755 от 27.10.2015 г., Успехи химии 2015. Т. 84. №8. С.875-890 (IF 3,687)].

Работы проведены Лабораторией разработки и исследования полифункциональных катализаторов ИОХ РАН (зав. - д.х.н., профессор Л.М. Кустов) совместно с Химическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова, ГНЦ ФГУП «Исследовательский центр им. М.В. Келдыша», ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ).

4. 46. Разработана технология утилизации отходов бурения при нефтедобыче на основе углесодержащего сорбента-деструктора с превращением отходов бурения в грунт V класса опасности. Данная технология заключается в применении нового наносорбента-биодеструктора «СД-1», который является «инкубатором» для нефтеокисляющих микроорганизмов и катализатором окисления органических веществ различного строения. Новый сорбент также эффективен для поглощения нефти из почвы при аварийных разливах и ликвидации нефтешламных отходов. Проведены опытно-промышленные испытания в



ОАО «Самаранефтегаз» при рекультивации бурового шлама. По результатам независимого биотестирования и агрохимического обследования содержание нефтепродуктов в почве снизилось более чем в 150 раз. Патент РФ № 2612286 С1 от 06.03.2017 г. приоритет от 08.02.2016 г. (Отдел химии нестабильных молекул и малых циклов, рук. – академик О.М. Нефедов, лаб. № 6, зав. - профессор Ю.В. Томилов).

Д.Р. Латыпова, А.Г. Бадамшин, С.П. Кулешов, Э.О. Тимашев, Б.А. Кульницкий, Ю.В. Томилов, Н.Э. Нифантьев, В.А. Докичев. Новый высокоэффективный углерод-кремнеземный сорбент, Журн. приклад. хим., 2015, 88, 1282–1287 (IF 0.307) (РНФ 14-33-00022) (УФИХ РАН и УГАТУ, лаб. 52) DOI: 10.1134/S1070427215090074

5. 48. 44в). Разработана диагностическая иммуноферментная тест-система для обнаружения микополисахаридного антигена плесневых грибов и дрожжей. Данный диагностикум создан при использовании в качестве ключевых компонентов синтетического олигосахарида и его конъюгата с белком-носителем, синтезированных в ИОХ РАН, а также антител, полученных при иммунизации лабораторных животных гликоконъюгатом. Данный диагностикум предназначен для обнаружения микопатогенов в техногенных объектах (пыль, плесень и пр.). Получен патент РФ. Диагностические наборы выпущены ЗАО «Биотехнологическая компания «Биосервис»» (лаб. № 52, зав. – чл.-корр. РАН Н.Э. Нифантьев).

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**

См. также п. 8 Стратегическое развитие научной организации

1. ОАО «Редкинский опытный завод»

1.1. Договор № 161 (2011–2013 гг.) ОКР «Научно-методическое сопровождение поставки на производство высокоэнергетического ракетного горючего взамен растворителя



децилин», в рамках ГК № Н/3/7/126ф-11-ДГОЗ от 5 сентября 2011 г. на выполнение ОКР «Разработка и постановка на производство высокоэнергетического ракетного горючего взамен горючего Т-10», шифр «Безвременник-11» во исполнение Государственного оборонного заказа на 2011 г.;

отв. исп: д.х.н. Ю. В. Томилов

1.2. Договор № 31/15 (2015-2017 гг.) ГОЗ

2. ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»
Договор № 7/15 (2015 г.) ГОЗ

3. Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр двойных технологий «Союз» (ФГУП «ФЦДТ «Союз»)

3.1 Договор № 31/12 (2012- 2013 гг.) ГОЗ . к.х.н. Шахнес О.А.

3.2 Договор № 3/13 (2013г.) ГОЗ . проф. Лукьянов О.А.

3.3. Договор № 45/13 (2013- 2014 гг.) ГОЗ

3.4. Договор № 8/15 (2015 г.) СЧ ОКР "шифр "Золидин" "Отработка параметров техпроцесса получения некристаллизующегося пластификатора для опытной установки"

академик В.А. Тартаковский

3.5. Договор № 12/15 (2015 г.) НИР "Разработка метода синтеза и оценка свойств активных триазеноксидов пластификаторов пониженной летучести и исследование ключевых стадий синтеза окислителей ряда тетразинтетроксидов"

проф. О.А. Лукьянов

4. ФГУП «Государственный завод медицинских препаратов» (ФГУП «ГосЗМП»)

Договор № 20/13 (2013- 2015 гг.) (Контракт № 6607/5/2013 от 15.04.2013). шифр «Тайга-ИОХ» (в рамках ГК № 6607 от 30.01.2013 г. с Минобороны (ГОЗ) в рамках постановления Правительства РФ о ГОЗ.

д.х.н. Заварзин И.В.

5. ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»

Договор № 10/14 (2014 г.) ГОЗ

6. ООО «Объединенный центр исследований и разработок» (ООО «РН-ЦИР»)

Договор № 44/13 (2013-2014 гг.) «Физико-химические исследования цеолитных носителей и катализаторов на их основе», проф. Кустов Л.М.

7. ФГУП «Научный центр «Сигнал»

7.1. Договор № 46/12 (2012- 2014 гг.) (Контракт № 069-2/53/2012/5 от 01.12.2012). «Формирование базы данных и банка стандартных образцов биологически активных веществ, влияющих на показатели жизнедеятельности человека» шифр «Аквалит-1-ИОХ»

д.х.н. Заварзин И.В.

7.2. Договор № 47/12 (2012-2014 гг.) (Контракт № 070-2/53/2012/1 от 01.12.2012). "Разработка методов синтеза биологически активных веществ".

д.х.н. Заварзин И.В.



7.3. Договор № 13/15 (2015- 2017 гг.) СЧ НИР "АББАТ-2-ИОХ" "Разработка методов синтеза и наработка биологически активных веществ, предназначенных для повышения физической работоспособности человека" д.х.н. Заварзин И.В.

7.4. Договор № 14/15 (2015- 2017 гг.)

8. Государственный научный центр Российской Федерации — федеральное государственное унитарное предприятие «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»)

Договор № 24/13 (2013- 2014 гг.) . . проф. Кустов Л.М.

9. ФГБУН Объединенный Институт Высоких температур РАН (ОИВТ)

Договор № 35/15 (2015-2016 гг.) в рамках контракта с компанией «Air Liquide» (Франция)

по теме НИР "Анализ вероятности образования взрывоопасных нитросоед-й в теч-е процесса газификации, тв.топлив и конверсии прир.газа и разработка лабор-й методики получ.8-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолина, как ловушки для радикалов к.х.н. Ходот Е.Н.

10. ЗАО «Щелково Агрохим»

Договор № 33/12 (2012- 2014 гг.) «Разработка методов получения новых соединений, содержащих [(2,6-дифторфенил)амино]-сульфонильный фрагмент»

. д.х.н. Дильман А.Д.

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 организация хочет сообщить о себе дополнительно

По результатам мирового рейтинга научных учреждений Европейской научно-промышленной палаты (http://mirtorgov.ru/chemical_sciences/) среди научных организаций, специализирующихся в области химических наук ИОХ РАН получил:

в 2014 году Диплом World Research Institutions Ranking (WRIR) в номинации за "хорошее качество исследований" – уровень BBB+ и занял 2-место в рейтинге среди 15 российских Институты, вошедших в топ-538 организаций, специализирующихся в области химических наук;

В 2015 году Диплом World Research Institutions Ranking (WRIR) в номинации за "высокое качество научных исследований" – уровень AA* и занял 1-место в рейтинге среди организаций РФ, специализирующихся в области ХИМИИ и МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.



* - всего от Российской Федерации в рейтинге присутствуют свыше 400 научных организаций, из которых уровню "А" соответствуют 76, а категория "АА" присвоена - 18 организациям, еще 3 получили категорию "АА+"

В 2014 году в конкурсе грантов РНФ по направлению «Реализация комплексных научных программ организаций» ИОХ РАН получил грант № 14-50-00126 по теме «Органические и гибридные молекулярные системы для критических технологий в интересах национальной безопасности и устойчивого развития» (2014-2018 гг.), руководитель академик М.П. Егоров.

Это один из шестнадцати грантов, полученных научными организациями России по направлению «Реализация комплексных научных программ организаций» и единственный по химии.

В 2013-2015 гг. научная деятельность сотрудников Института отмечена присуждением большого числа наград и почетных званий, наиболее важными из которых являются:

премия имени М.М. Шемякина РАН 2013 года (член-корреспондент РАН Нифантьев Николай Эдуардович, д.х.н. Шашков Александр Степанович, к.х.н. Цветков Юрий Евгеньевич) за цикл работ «Стереонаправленный синтез углеводородных цепей гликолипидов и гликопротеинов, а также их конъюгатов для гликобиологических исследований» (Постановление Президиума РАН № 212 от 17.09.2013 г.).

премия им. А.А. Баландина РАН 2013 года (член-корреспондент РАН Лапидус Альберт Львович, д.х.н., проф. Усачев Николай Яковлевич) за серию работ «Теоретические основы создания каталитических процессов переработки ненефтяного сырья в углеводородные топлива и продукты для нефтехимии» (Постановление Президиума РАН № 274 от 17.12.2013 г.)

Демидовская премия 2014 года (академик Нефедов Олег Матвеевич) за выдающийся вклад в развитие химии.

Премия имени Н.Д. Зелинского РАН 2014 года (д.х.н., проф. Злотин Сергей Григорьевич, д.х.н., проф. Махова Нина Николаевна, д.х.н., проф. Кустов Леонид Модестович) за цикл трудов «Ионные жидкости – субстрат-специфичные рециклизуемые растворители и катализаторы для органического синтеза и получения перспективных материалов» (Постановление Президиума РАН № 75 от 20.05.2014).

Медали Российской академии наук с премией для молодых ученых (к.х.н. Бахраков Максим Александрович) за цикл трудов «Нитроарены как основа для создания новых полициклических гетеросистем» и (студент ВХК РАН Бойко Ярослав Дмитриевич) за работу «Асимметрический синтез высокоактивного ингибитора фосфоэстеразы подтипа IV», выполненную в ИОХ РАН (Постановление Президиума РАН № 25 от 18.02.2014).

Член-корр. РАН В.П. Анаников — лауреат премии «Highly Cited Researcher Award - Russia 2015», присуждаемой медиакомпанией Томсон Рейтерс (Thomson Reuters, Нью-Йорк, США) за высокое цитирование научных работ в 2015 г.



премией «Scopus Award Russia 2015» награжден д.х.н., проф. Кустов Леонид Модестович за выдающийся вклад в работы по химии.

Член-корреспондент РАН Нифантьев Николай Эдуардович — титулярный (действительный) член International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

За большие заслуги в научной деятельности почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» присвоено д.х.н., профессору Семе Лейбовичу Иоффе (Указ Президента РФ № 568 от 14.08.2014 г.) и д.х.н., профессору Усову Анатолию Ивановичу (Указ Президента РФ № 680 от 25.10.2014 г.).

К.х.н. Генинг Марина Леонидовна — победитель конкурса «Для женщин в науке» 2013 года, проводимого компанией L,Oreal-UNESCO.

ИОХ РАН является учредителем и/или издателем 4-х ведущих российских журналов по химии: Успехи химии (главный редактор: академик Нефедов Олег Матвеевич); Известия Академии наук. Серия химическая (главный редактор: академик Нефедов Олег Матвеевич); Кинетика и катализ (главный редактор: академик Казанский Владимир Борисович); Химия твердого топлива (главный редактор: член-корреспондент РАН Липидус Альберт Львович). Журнал Успехи химии является самым высокорейтинговым российским научным журналом, импакт-фактор которого в 2016 году составил 4.19.

В Институте с 90-х годов действует непрерывная система химического образования: «лицей-колледж-аспирантура-докторантура». С целью подготовки химиков-исследователей высокой квалификации и привлечения наиболее одаренных из них к работе в системе Академии наук Институт выступил инициатором создания в 1990 г. Московского химического лицея - учебного заведения нового типа для учащихся старших классов средних школ. Для специализации лицеистов в области органической химии в 1991 г. на базе ИОХ организован Научно-образовательный центр.

Сотрудники ИОХ участвуют в подготовке кадров молодых химиков-исследователей, работая в качестве преподавателей или руководителей практикумов в Высшем химическом колледже РАН, который был создан в 1991 г. по инициативе действующего вице-президента и академика-секретаря Отделения общей и технической химии РАН СССР О.М. Нефедова на базе МХТИ (ныне Московский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева).

На химическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова успешно работают Кафедра фундаментальных проблем химии (кафедра РАН), созданная в 2009 году по инициативе ИОХ РАН и ВХК РАН (зав. кафедрой - зав. отд. ИОХ РАН академик О.М. Нефедов, преподаватели кафедры – сотрудники ИОХ РАН) а также академическая группа студентов (группа № 109 - 409), в которую в 2016 г. проведен восьмой набор.

На 1.01.2016 г. в ИОХ РАН действуют 7 Научно-образовательных центров и 8 базовых кафедр ведущих ВУЗов страны. Около 140 студентов обучаются ежегодно в рамках НОЦ, базовых кафедр, лабораторий ИОХ РАН, до 70 статей в год выходят с участием студентов, работающих в Институте.



В 2015 году началась реализация программы создания института "постдоков" – последнего необходимого звена в системе непрерывного химического образования. Работа по развитию института постдоков в ИОХ РАН будет продолжена.

В Институте одна из самых многочисленных аспирантур среди химических институтов РАН. На 1.01.2016 г. в аспирантуре ИОХ РАН обучались 71 аспирант. В отчетный период 2013-2015 гг. 66,8% аспирантов, окончивших аспирантуру, защитились в срок.

Ведущие сотрудники ИОХ РАН в отчетном периоде являлись членами различных научных и научно-технических советов, в том числе:

1. Международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК)
академик М.П. Егоров, член-корр. РАН В.П. Анаников, член-корр. РАН Н.Э. Нифантьев
2. Европейская федерация каталитических обществ EFCATS
д.х.н., профессор А.Ю. Стахеев
3. Международная цеолитная ассоциация
д.х.н., профессор Л.М. Кустов
4. Европейский комитет по углеводам, президент
д.х.н., профессор Ю.А. Книрель
5. Совет по науке и технике при Президенте РФ:
академик М.П. Егоров, член-корреспондент В.П. Анаников
6. Научно-технический совет Минпромторга
академик М.П. Егоров
7. Совет по науке при Департаменте г. Москвы
член-корр. РАН В.П. Анаников
8. Координационный совет по делам молодежи в научной и образовательной сфере
Совета по науке и образованию при Президенте Российской Федерации
д.х.н. А.О. Терентьев
9. Научно-технический Совет при губернаторе Самарской области
академик М.П. Егоров

Сотрудники ИОХ РАН, участвующие на регулярной основе в составе экспертных советов РФФИ, РНФ:

академик М.П. Егоров, чл.-корр. РАН В.П. Анаников, чл.-корр. РАН Н.Э. Нифантьев, д.х.н. проф. Ю.А. Книрель, д.х.н. проф. М.М. Краюшкин, д.х.н. проф. А.Ю. Стахеев, д.х.н. проф. Л.И. Беленький, д.х.н. проф. С.Л. Иоффе, д.х.н. проф. С.А. Шевелев, д.х.н. проф. Е.Р. Милаева, д.х.н. А.О. Терентьев, д.х.н. А.С. Мендкович, д.х.н. Т.С. Пивина, к.х.н. М.Б. Кузьминский, к.х.н. А.В. Перепелов.

Сотрудники ИОХ РАН, участвующие на регулярной основе в составе экспертных комиссий федеральных и региональных органов государственной власти и государственных корпораций:

д.х.н., проф. Книрель Ю.А. — член коллегии экспертов Фонда «Сколково»;



академик Лунин В.В. — член экспертного Совета по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых и по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации;

чл.-корр. РАН Нифантьев Н.Э. — эксперт Научно-технического совета Минпромторга; член экспертного совета Технологической платформы «Медицина Будущего»;

д.х.н. Терентьев А.О — эксперт Координационного совета по делам молодежи в научной и образовательной сферах Совета по науке и образованию при Президенте Российской Федерации, эксперт Конкурса на соискание премий Правительства Москвы молодым ученым.

Сотрудники ИОХ РАН, являющихся членами экспертных советов ВАК Минобрнауки России:

академик М.П. Егоров — зам. председателя отдела химии ВАК, зам. председателя экспертного совета по органической химии;

д.х.н., проф. С.Г. Злотин — председатель экспертного совета ВАК по спецхимии;

д.х.н., проф. Ю.А. Книрель — член экспертного совета по органической химии;

д.х.н., проф. М.М. Краюшкин — зам. председателя экспертного совета ВАК по органической химии;

д.х.н., проф. А.Ю. Стахеев — член экспертного совета ВАК по органической химии;

д.х.н. А.Б. Шереметев — член Экспертного совета ВАК по спецхимии

Сотрудники ИОХ РАН, являющихся членами редакционных коллегий зарубежных научных журналов

1. Кустов Л.М. *Current Microwave Chemistry; Journal Recent Patents on Materials Science*
2. чл.-корр. РАН Анаников В.П., «*Chem.Asian.J.*», «*Adv. Synth. Catal.*», «*Organometallics*»
3. д.х.н., проф. Беленький Л.И., «*Химия гетероциклических соединений*»
4. академик Егоров М.П., «*Organometallics*»
5. д.х.н., проф. Злотин С.Г., «*Chemical and Biological Technologies in Agriculture*»
6. д.х.н., проф. Книрель Ю.А., «*Carbohydrate Research*», «*Journal of Carbohydrate Chemistry*», «*Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*», «*Advanced Science Letters*», «*Мікробіологічний журнал*»
7. д.х.н. Коган В.М., «*American Journal of Chemistry and Application*»
8. д.х.н., проф. Краюшкин М.М., «*Review Journal of Chemistry*» (Обзорный журнал по химии); «*Arabian Journal of Chemistry*»; «*Heterocyclic Communications*»
9. чл.-корр. РАН Лapidус А.Л., «*Oil Shale*» (Эстония)
10. академик Лунин В.В., «*Нефтехимия*» (Азербайджан)
11. академик Нефедов О.М., «*Organic Preparations and Procedures International*»; «*Mendeleev Communications*»
12. чл.-корр. РАН Нифантьев Н.Э., «*Journal of Carbohydrate Chemistry*»
13. к.х.н. Палюлин В.А., «*Current Computer-Aided Drug Design*», Bentham Science
14. д.х.н. Шереметев А.Б., «*Chinese Journal of Explosives & Propellants*»



15. д.х.н., проф. Ракитин О.А., «Universal Journal of Chemistry»; «Cogent Chemistry» 30 сотрудников ИОХ РАН являются членами редакционных коллегий отечественных научных журналов, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России.

Показателем признания важности проводимых в ИОХ РАН научных исследований является, помимо представленных выше грантов (см. пункт 15), регулярное получение учеными Института грантов Президента РФ для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ и поддержка проектов представленных сотрудниками Института в Целевые программы Президиума РАН и программы фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения химии и наук о материалах РАН.

Список грантов Президента РФ для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ за 2013-2015 гг.

Всего 17 грантов (4 гранта НШ, 3 гранта МД и 10 грантов МК)

1. О.М. Нефедов НШ-604.2012.3 (2012-2013 гг.) «Комплексное изучение строения, реакционной способности и синтетического потенциала карбенов, их аналогов и азотсодержащих 1,3-диполей и разработка методов получения практически полезных веществ на основе реакций этих интермедиатов».
2. В.А. Тартаковский НШ-412.2012.3 (2012-2013 гг.) «Развитие реакционной способности алифатических нитросоединений; создание новых азот-кислородных систем».
3. О.М. Нефедов НШ-1310.2014.3 (2014-2015 гг.) «Создание новых методов синтеза перспективных химических веществ и материалов с практическими полезными свойствами на основе превращений замещенных циклопропанов».
4. В.А. Тартаковский НШ-1788.2014.3 (2014-2015 гг.) «Развитие реакционной способности алифатических нитросоединений; создание новых азот-кислородных систем».
5. В.П. Анаников МД-4969.2012.3 (2012-2013 гг.) «Новые каталитические технологии создания связей углерод-гетероатом и углерод-углерод, направленные на развитие ресурсосберегающих методов органического синтеза».
6. А.Д. Дильман МД-4750.2013.3 (2013-2014 гг.) «Синтез фармакоформных фторорганических соединений»
7. А.Д. Дильман МД-3256.2015.3 (2015-2016 гг.) Новая методология синтетического использования фторированных спиртов.
8. С.С. Рынин МК-4356.2012.3 (2012-2013 гг.) «Детальное теоретическое исследование механизмов одной из важнейших реакций аналогов карбенов – взаимодействие с сопряженными диенами».
9. А.С. Кучеренко МК-3551.2012.3 (2012-2013 гг.) «Создание эффективных регенерируемых органокатализаторов для энантиоселективного синтеза биологически активных веществ».
10. А.Н. Верещагин МК-387.2012.3 (2012-2013 гг.) «Дизайн спироциклических фармакологически активных циклопропанов из карбонильных соединений и гетероциклических СН-кислот».



11. А.Ю. Сухоруков МК-3918.2013.3 (2013-2014 гг.) «Новые гетерокаркасные системы на основе производных оксимов».

12. М.А. Бастраков МК-3599.2013.3 (2013-2014 гг.) «Синтез новых полиядерных гетеросистем на основе высокоэлектрофильных азинов и изучение их в реакциях циклоприсоединения».

13. А.Н. Верещагин МК-899.2014.3 (2014-2015 гг.) «Мультикомпонентный дизайн гетероциклических систем, содержащих фармакофорные фрагменты».

14. Н.М. Подвальный МК-6405.2014.3 (2014-2015 гг.) «Синтез спейсерированных олигоарабино-фуранозидов — миметиков липоарабиноманнана микобактерий на основе линейных альфа-1-5-связанных цепей D-арабинофуранозы».

15. А.Ю. Сухоруков МК-5957.2015.3 (2015-2016 гг.) «Новая методология образования связей углерод-углерод и углерод-гетероатом с участием алифатических нитросоединений и нитронатов».

16. М.А. Бастраков МК-3450.2015.3 (2015-2016 гг.) «Синтез новых полифункциональных гетероциклических соединений на основе нитропиридинов и их конденсированных аналогов».

17. К.С. Егорова МК-5053.2015.3 (2015-2016 гг.) «Изучение химических приложений и биологической активности нового поколения функциональных ионных жидкостей».

В 2013 г. в рамках Целевых программ Президиума РАН поддержаны 4 проекта, в рамках Программ фундаментальных исследований Президиума РАН поддержаны 27 проектов и в рамках Программ фундаментальных исследований Отделения химии и наук о материалах РАН поддержаны 28 проектов.

В 2014 г. в рамках Целевых программ Президиума РАН поддержаны 2 проекта, в рамках Программ фундаментальных исследований Президиума РАН поддержаны 29 проектов и в рамках Программ фундаментальных исследований Отделения химии и наук о материалах РАН поддержаны 28 проектов.

В 2015 г. в рамках Целевых программ Президиума РАН перешедших в базовое финансирование поддержаны 2 проекта. По проектам, поддержанным в рамках программ фундаментальных исследований Президиума РАН (14 проектов) и Отделения химии и наук о материалах РАН (18 проектов).

О лидирующем положении ИОХ РАН в области органической химии свидетельствует и то, что за период 2013-2015 гг. Институт был организатором и соорганизатором 21 конференции: 12 международных и 9 российских. Среди них особо стоит выделить 6 крупнейших международных и российских форумов:

1. 17-ая Международная цеолитная конференция «Цеолиты и структурированные пористые материалы: от наноматериалов к нанотехнологиям на их основе» (17th IZC), которая прошла 7-12 июля 2013 года в Москве.

Целью конференции являлось обсуждение последних достижений в области дизайна и разработки различных пористых наноматериалов, изучения их структуры и свойств, а



также их применения для решения важнейших технологических задач. В докладах и материалах конференции нашли отражение основные направления развития науки о цеолитах.

Регламент конференции предусматривал работу трех основных секций:

1. синтез и модифицирование материалов с упорядоченной пористой структурой;
2. фундаментальные исследования структуры, свойств, механизмов синтеза и катализа;
3. промышленное использование и перспективы развития.

В конференции приняли участие 980 ученых и предпринимателей из 42 стран мира. Всего на конференции было заслушано 5 пленарных лекций, 14 ключевых лекций, 155 устных докладов. В работе 3-х постерных сессий было представлено 604 стендовых доклада. 102 работы (13%) были представлены российскими учеными.

В Национальный организационный комитет вошли сотрудники Института академик М.П. Егоров и академик В.В. Лунин; в Национальный экспертный совет – академик В.Б. Казанский, член-корреспондент РАН А.Л. Лапидус, д.х.н. Н.Я. Усачев.

От Института в работе конференции приняли участие 9 сотрудников, которые представили 2 устных и 5 стендовых докладов.

В рамках 17-ой Международной цеолитной конференции на базе Образовательного центра МГУ им. М.В. Ломоносова была проведена Летняя школа-конференция для молодых ученых (5 – 6 июля 2013 г.).

Руководитель школы, председатель оргкомитета Школы-конференции д.х.н., профессор Л.М. Кустов. Организационный комитет представляли д.х.н., профессор Л.М. Кустов, к.х.н. В.И. Исаева, к.х.н. Е.Д. Финашина.

В работе школы-конференции приняли участие около 120 чел, преимущественно, молодые ученые в возрасте до 35 лет.

Тематика Школы-конференции была посвящена цеолитам и цеолитоподобным материалам, в том числе мезоструктурированным и пористым гибридным материалам. Были рассмотрены фундаментальные и прикладные аспекты, связанные с упорядоченными пористыми структурами.

В рамках школы-конференции были прочитаны лекции выдающимися зарубежными (Германия, США, Франция, Бельгия, Австралия и Корея) и отечественными учёными в области структурированных пористых материалов, а также наноматериалов.

Молодые ученые имели прекрасную возможность ознакомиться с результатами исследований ведущих специалистов, определить перспективные направления научных исследований и возможность внедрения инноваций, установить творческие и рабочие связи, обсудить возможности для создания условий, способствующих взаимовыгодному сотрудничеству.

2. Международная конференция "Молекулярная сложность в современной химии" ("Molecular Complexity in Modern Chemistry" (МСМС-2014), которая прошла 13-19 сентября 2014 г. в Москве. Впервые в России было проведено масштабное научное мероприятие,



посвященное созданию и изучению органических соединений, отличающихся сложной молекулярной «архитектурой».

Тематика конференции включала следующие направления:

- новые явления и современное развитие химии;
- структурные феномены в химии на уровне элементарных процессов в сложных системах;
- получение сложных органических молекул;
- катализ комплексами переходных металлов и наночастицами;
- органокатализ;
- энантиоселективный катализ;
- активация и функционализация органических молекул;
- механизмы реакций, их теоретические и экспериментальные исследования, образование связей и реакционная способность.

В докладах и материалах Конференции нашли отражение современные направления исследований и последние достижения в изучении химических систем различного уровня сложности, которые имеют важное значение для органической химии, катализа и материаловедения и изучение которых происходит на стыке таких областей, как тонкий органический синтез, металлокомплексный катализ, органокатализ, квантовая химия и нанохимия. Значительное внимание на Конференции было уделено также разработке инструментальных методов изучения структуры соединений и механизмов реакций и применению компьютерных методов для теоретических исследований.

В работе Конференции приняли участие известные иностранные ученые, так в состав Международного комитета вошел Лауреат Нобелевской премии профессор Е-ичи Негиши.

Важной особенностью Конференции явилось привлечение большого числа молодых исследователей, в том числе аспирантов и студентов ведущих высших учебных заведений РФ и Российской академии наук.

В рамках Конференции проведено 12 пленарных заседаний и 2 стендовых сессии. На Конференции заслушано 12 пленарных лекций, 35 лекций приглашенных докладчиков, 48 устных сообщений; стендовая сессия включала 197 докладов. В работе Конференции приняли участие около 300 ученых и специалистов (из них 85 зарубежных) из 22 стран мира (Россия, США, Канада, Франция, Германия, Великобритания, Бельгия, Швейцария, Польша, Испания, Португалия, Япония, Китай, Индия, Финляндия, Латвия, Украина и др.). По материалам Конференции опубликовано 309 тезисов докладов от имени 821 автора.

В состав оргкомитета Конференции вошли сотрудники Института: академик М.П. Егоров — председатель, член-корр. РАН В.П. Анаников — заместитель председателя, проф. С.Г. Злотин, проф. А.Ю. Стахеев, д.х.н. А.М. Сахаров, д.х.н. А.Д. Дильман, д.х.н. А.О. Терентьев, к.х.н. А.М. Старосотников, к.х.н. О.В. Турова.



Национальный консультативный комитет был представлен академиками Ю.Н. Бубновым, О.М. Нефедовым, В.А. Тартаковским.

Сотрудники Института представили пленарный, 5 приглашенных, 8 устных и 93 стендовых доклада. В материалах Конференции сотрудниками Института опубликовано 107 тезисов докладов от имени 185 авторов.

3. II Российский конгресс по катализу «Роскатализ», который прошел 2-5 октября 2014 года в г. Самаре.

На Конгрессе обсуждался широкий диапазон тем, в том числе обсуждение состояния дел и перспектив развития работ во всех областях катализа, определение приоритетных задач для исследований, разработок и последующей промышленной реализации.

Регламент Конгресса предусматривал работу следующих секций:

- физико-химические основы катализа
- научные основы производства катализаторов
- перспективные каталитические процессы
- промышленные катализаторы и каталитические процессы

Секция «Физико-химические основы катализа» была посвящена 75-летию со дня рождения К.И. Замараева, выдающегося специалиста в области физической химии и катализа.

В рамках Конгресса прошли симпозиумы «Углеродные материалы и композиты на их основе» и «Малотоннажная химия: состояние и перспективы», а также круглые столы «Образование и катализ», посвященный 100-летию Самарского государственного технического университета и «Промышленное производство катализаторов в России».

В научную программу Конгресса были включены 6 пленарных и 18 ключевых лекций, 160 устных, 190 стендовых докладов и презентационные доклады спонсоров Конгресса. По материалам Конгресса опубликовано 374 тезиса докладов от имени 1502 авторов.

В Конгрессе приняли участие 35 сотрудников Института, которые представили пленарную и 2 ключевые лекции, 4 устных, а также 10 стендовых докладов.

4. XII Европейский конгресс по катализу "Катализ: сбалансированное использование ископаемых и возобновляемых ресурсов" (ЕвропаCat-XII) (European Congress on Catalysis "Catalysis: Balancing the use of fossil and renewable resources" (EuropaCat-XII), который прошел с 31 августа по 4 сентября 2015 г. в Казани.

Тематика Конгресса охватывала широкий диапазон тем: от обсуждения состояния дел и перспектив развития работ во всех областях катализа до бережного использования ископаемых и возобновляемых ресурсов и включала следующие секции:

Секция 1. Новые каталитические материалы и процессы для бережного использования сырья

Секция 2. Приготовление и характеристика катализаторов

Секция 3. Энергоэффективный катализ

Секция 4. Катализ для синтеза ценных были отражены современные направления исследований и последние достижения в изучении каталитических систем различного



уровня сложности, имеющих важное значение для органической химии и народного хозяйства. Следуя мировым тенденциям развития каталитической науки, в программе Конгресса увеличилось количество докладов, посвященных каталитическим процессам в зеленой химии, включая получение топлива из возобновляемых органических материалов, а также ценных органических продуктов.

В рамках Конференции проведено 6 пленарных заседаний и 2 стендовых сессии. На Конференции заслушано 8 пленарных лекций, 21 лекция приглашенных докладчиков, 228 устных сообщений; стендовая сессия включала 697 докладов

В Конгрессе приняли участие 837 ученых и специалистов, их них 434 зарубежных из 44 стран мира: Россия (403 участника), Германия (68), Испания (34), Франция (31), Китай (31), Турция (26), Дания (16), Япония (16), Великобритании (15), США (11) и др. В работе Конгресса приняли участие 542 представителя научных институтов, 84 делегата от промышленных организаций и 211 студентов.

По материалам Конференции опубликовано 1125 тезисов докладов от имени 3284 авторов. В программный комитет Конгресса вошли сотрудники Института: академик М.П. Егоров, академик В.Б. Казанский, член-корр. РАН В.П. Анаников, проф. А.Ю. Стахеев.

Оргкомитет конференции представляли сотрудники Института: проф. А.Ю. Стахеев, к.х.н. О.В. Турова.

Сотрудники Института представили пленарный, 4 устных и 23 стендовых доклада. В материалах Конференции сотрудниками Института опубликовано 35 тезисов докладов от имени 56 авторов.

Важной особенностью конгресса явилось привлечение большого числа молодых исследователей, в том числе аспирантов и студентов ведущих высших учебных заведений РФ и Российской академии наук. Для аспирантов и молодых ученых во время работы Конгресса был организован конкурс устных и стендовых докладов. Победители (12 человек, из них 4 российских молодых ученых) были награждены подарками Оргкомитета и Дипломами.

5. 18-й Европейский симпозиум по углеводам (18th European Carbohydrate Symposium) (Eurocarb 18) прошел со 2 по 6 августа 2015 года в Москве.

Симпозиум организован под эгидой Европейского комитета по углеводам. Углеводная конференция такого уровня проводилась в России впервые. Она приурочена к 100-летию со дня рождения академика Н.К. Кочеткова – основателя отечественной химии углеводов и директора Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН в период с 1966 по 1988 гг.

Тематика симпозиума охватывала все аспекты современной фундаментальной и прикладной гликологии и проходила по следующим основным направлениям:

- синтез углеводов и гликоконъюгатов
- структура углеводов и аналитические методы
- гликобиохимия и гликобиология



- гликомедицина и гликотехнология

В рамках Конференции проведено 8 пленарных заседаний, 2 стендовые сессии и 30 параллельных заседаний по углеводной тематике.

320 непосредственных участников симпозиума (в том числе 250 иностранных участников и сопровождающих из 36 стран (делегации Германии, США, Великобритании, Франции, Китая, Нидерландов, Италии, Австрии, Дании и Венгрии включали более 10 участников каждая) представили 8 пленарных и 27 ключевых лекций, 104 устных, 128 стендовых докладов и презентационные доклады спонсоров Конгресса.

По материалам Конференции опубликовано 163 тезиса докладов от имени 930 (их них 789 зарубежных) авторов. Оргкомитет симпозиума возглавлял профессор Ю.А. Книрель, в Оргкомитет также вошли член-корр. РАН Н.Э. Нифантьев — заместитель председателя профессор А.И. Усов, д.х.н. Л.О. Кононов, к.х.н. В.Б. Крылов, к.х.н. А.Н. Кондакова — секретарь.

В Конференции приняли участие 42 сотрудника Института, которые представили пленарную и 2 ключевые лекции, 4 устных, а также 24 стендовых доклада.

На симпозиуме были вручены две международные награды. Премию Эмиля Фишера получил Жан-Поль Латже (Институт Пастера, Франция); премия журнала «Carbohydrate Research» вручена Давиду Вокадло (Simon Fraser University, Burnaby, B.C., Canada). Лауреаты выступили с пленарными докладами.

Победителям конкурса стендовых докладов были вручены два книжных сертификата от издательства Шпрингер и три диплома молодым ученым от оргкомитета Симпозиума.

6. I Конференция «Центры коллективного пользования и уникальные научные установки в организациях, подведомственных ФАНО России» прошла 20-21 октября 2015 года в Москве. Конференция организована ИОХ РАН и Российской академией наук при поддержке ФАНО России.

Тематика конференции включала следующие направления:

- математические, физические, компьютерные и технические науки
- науки об окружающей среде
- химические науки
- науки о жизни

На конференции состоялись пленарные заседания с обзорными докладами, секционные параллельные заседания с устными докладами, а также круглые столы.

В конференции приняли участие представители ведущих центров коллективного пользования научным оборудованием и уникальных научных установок, созданных в организациях, подведомственных ФАНО России, а также представители ФАНО России. В состав оргкомитета конференции вошел академик М.П. Егоров — заместитель председателя. В работе конференции приняли участие 296 человек.



Директор ИОХ РАН академик М.П. Егоров представил на конференции 2 доклада: «Центр коллективного пользования ИОХ РАН» и «Центры коллективного пользования в химических науках».

ФИО руководителя

Егоров М.П.

Подпись



Дата

25.05.2017

