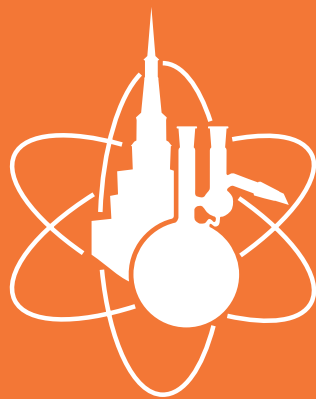




ИНСТИТУТ
ОРГАНИЧЕСКОЙ
И ФИЗИЧЕСКОЙ
ХИМИИ

ИМЕНИ
А. Е. АРБУЗОВА

2024

ЕЖЕГОДНИК

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

ИНСТИТУТ ОРГАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ИМЕНИ А. Е. АРБУЗОВА

2024



ФИЦПРЕСС
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ФИЦ КАЗНЦ РАН

УДК 061.6(471.41)+54:006.16
ББК 24е(2)л+24я54(2)
И71

И71 Институт органической и физической химии имени А. Е. Арбузова 2024.
Ежегодник. – Казань: ФИЦ КазНЦ РАН, 2025. 198 с.

ISBN 978-5-94469-054-8

Под общей редакцией
О. Г. Синяшина и А. А. Карасика

Редакционная коллегия
Т. Д. Кешнер (председатель), З. Н. Гафуров, В. А. Голубкова, Н. С. Кореева, А. В. Торопчина,
А. Р. Хаматгалимов, С. В. Черезова

Печатается по решению
Учёного совета Института органической и физической химии имени А. Е. Арбузова –
обособленного структурного подразделения ФГБУН “ФИЦ КазНЦ РАН”.

В ежегоднике представлены материалы, отражающие деятельность Института органической и физической химии
имени А. Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФГБУН “ФИЦ КазНЦ РАН” в 2024 году.
Ежегодник включает также справочный материал по институту.

УДК 061.6(471.41)+54:006.16
ББК 24е(2)л+24я54(2)

ISBN 978-5-94469-054-8

© ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН, 2025
© Обложка Аксенов И.А., 2025
© Макет, оформление Ахмин С.М., 2025

Ответственный редактор О. Б. Яндуганова
Редактор С. М. Ахмин

Издательство ФИЦ КазНЦ РАН
420029, Казань, Сибирский тракт, 10/7
Лицензия № 0325 от 7 декабря 2000 года

Подписано в печать 04.06.2025
Формат 60х90/8. Бумага мелованная
Гарнитура Times. Печать офсетная
Тираж 120 экз.

Предисловие редактора

Уважаемые коллеги!

Перед вами – двадцать третий выпуск Ежегодника Института органической и физической химии имени А. Е. Арбузова (далее – ИОФХ им. А. Е. Арбузова) – обособленного структурного подразделения Федерального исследовательского центра “Казанский научный центр Российской академии наук” (далее – ФИЦ КазНЦ РАН). Начиная с 2001 года, мы пишем летопись ИОФХ им. А. Е. Арбузова, отражая самые разные стороны его жизни. Этот выпуск Ежегодника не стал исключением и представляет итоги научной и научно-организационной деятельности коллектива Института в очередном, 2024 году.

Знаменательным стал 2024 год как для всей российской науки, так и для Института Арбузова, крупнейшего академического звена химической науки Поволжья! Вся Россия праздновала в этом году 300-летие Российской академии наук, которое совпало с объявленным Годом научно-технологического развития в Республике Татарстан. К этим знаковым событиям был приурочен целый ряд торжественных и научно-организационных мероприятий, активным участником которых стал ИОФХ им. А. Е. Арбузова.

Проведение научно-популярных мероприятий, организованных под рубрикой “Академическая наука Казани в год 300-летия РАН”, стало возможным во многом благодаря грантовой поддержке Минобрнауки Российской Федерации. В рамках проекта “Наука как искусство” был создан целый цикл научно-популярных фильмов о научных школах Казани и выдающихся достижениях казанских учёных, в том числе посвящённых академикам А. Е. и Б. А. Арбузовым и научным школам в области химии фосфора и супрамолекулярной химии; открыт мурал, визуализирующий творческий поиск и напряжённую работу учёных; посажена аллея хвойных деревьев и установлена памятная табличка “В честь 300-летия РАН”; проведён праздник науки для самой широкой аудитории с демонстрацией опытов, показом научно-популярных фильмов и вручением призов; организован “Химический день” в Национальной библиотеке Республики Татарстан с выставкой, посвящённой выдающимся российским химикам – Д. И. Менделееву, А. Е. и Б. А. Арбузовым; подготовлены и прочитаны научно-популярные лекции по разным направлениям химической науки; организован Круглый стол на тему: “Экология промышленных мегаполисов” с участием известных российских учёных и специалистов. Все эти события освещены в разделе “История и современность”.

Частью истории на стыке с современностью можно назвать и раздел “Personalia”. В этом выпуске нашего сборника данную рубрику открыла статья, посвящённая 90-летию академика Александра Ивановича Коновалова – выдающегося химика, прекрасного педагога и крупного организатора науки. Здесь же представлен материал к 70-летию члена-корреспондента РАН И. С. Антипина – ученика и соратника А. И. Коновалова, и их совместной работе по созданию в Казани школы супрамолекулярной химии.

В разделе “Съезды, конференции, научные встречи” представлена информация о том, что в 2024 году ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН был организатором трёх важных научных форумов: X Международного симпозиума “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур”, посвящённого 90-летию академика А. И. Коновалова; Второй Школы-конференции “Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты”; и кластера конференций по элементоорганической и супрамолекулярной химии “Научные стратегии будущего”, включавшего IV Научную

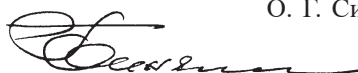
конференцию “Динамические процессы в химии элементоорганических соединений” и VI Школу-конференцию для молодых учёных “Супрамолекулярные стратегии в химии, биологии и медицине: фундаментальные проблемы и перспективы”.

Стало уже хорошей традицией рассказывать чуть более подробно об участии сотрудников ИОФХ им. А. Е. Арбузова в важных научных мероприятиях, тематика которых лежит в русле основных научных направлений деятельности Института. В этом разделе – об учёных Института Арбузова, выступивших с ключевыми, приглашёнными и устными докладами, а также представившими постерные сообщения на XXII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии в Сириусе. Менделеевский съезд был и остаётся знаковым событием для всей науки России. В Казани – колыбели российской органической химии, Менделеевские съезды проходили дважды – V Менделеевский съезд в 1928 году и XVII – в 2003 году. Одним из ключевых организаторов XVII съезда был ИОФХ им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН.

В этом выпуске сборника в разделе “Литературные страницы” мы продолжаем печатать отрывки из книги Владимира Евгеньевича Катаева, одного из старейших сотрудников Института. Через призму личных воспоминаний доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Республики Татарстан и лауреата Государственной премии Республики Татарстан мы погружаемся в рабочую атмосферу ИОФХ им. А. Е. Арбузова тех лет и лучше понимаем историю нашей страны.

Мы живём в сложное, но очень интересное время. Новые вызовы дают импульс к развитию, заставляют находить дополнительные точки для роста, перестраивать традиционное мышление и менять подходы к решению проблем, становятся стимулом к повышению профессионализма. Как известно, то, что нас не убивает, делает нас ещё сильнее. Так что новые вызовы для всей российской науки и для Института Арбузова – это возможность выйти на передовые мировые позиции. И это реально. Это в наших силах.

Научный руководитель
ИОФХ им. А. Е. Арбузова,
заместитель академика-секретаря ОХНМ РАН,
академик РАН



О. Г. Синяшин

Предисловие руководителя

Дорогие коллеги!

В 2024 году, как и в предыдущие годы, в ИОФХ им. А. Е. Арбузова – самом крупном Обособленном структурном подразделении ФИЦ КазНЦ РАН, с сильными научными школами и мощным кадровым потенциалом, активно проводились фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям, сформулированным в Программе развития ФИЦ КазНЦ РАН на 2024–2028 гг. с перспективой до 2035 г. в соответствии со Стратегией научно-технологического развития РФ – природные ресурсы и их переработка, перспективные технологии и новые материалы, качество жизни.

Результаты годовой работы коллектива Института представлены в соответствующих разделах. В разделе “Итоги года” читатель сможет познакомиться с важнейшими результатами фундаментальных и прикладных исследований 2024 года; в разделе “Проекты, договора и гранты” узнать о полученном мега-гранте Минобрнауки РФ на выполнение крупного научного проекта “Экология промышленных городов: создание единого комплекса нестандартных научно-технологических решений для мониторинга окружающей среды, нейтрализации и последующей глубокой переработки промышленных и бытовых отходов”, инициатор проекта и его руководитель – академик О. Г. Синяшин; в разделе “Структура Института” увидеть, что в 2024 году в ИОФХ было создано новое научное подразделение – молодёжная лаборатория Элементоорганических соединений и полимеров (руководитель: к.х.н. А. А. Загидуллин).

Достижения учёных ИОФХ им. А. Е. Арбузова были отмечены высокими знаками отличия. Государственную награду Российской Федерации – Орден “Дружбы”, получил академик О. Г. Синяшин; Благодарственное письмо Президента РФ – член-корр. РАН И. С. Антипин; Государственную награду Республики Татарстан – Медаль ордена “За заслуги перед Республикой Татарстан”, – член-корр. РАН А. А. Карасик. Ведомственные награды Минобрнауки России – Почётное звание “Почётный работник науки и высоких технологий Российской Федерации”, получили доктора химических наук – А. Т. Губайдуллин и И. А. Литвинов. Благодарности Минобрнауки РФ удостоены доктора химических наук М. Р. Якубов, А. А. Калинин и Т. Н. Юсупова. Почётная грамота Минобрнауки РТ вручена кандидатам химических наук – Е. П. Жильцовой и Ю. Г. Елистратовой, Нагрудным знаком “Почётный наставник” Минобрнауки РТ отмечена кандидат химических наук И. Ю. Стробыкина. Юбилейная медаль “300 лет Российской академии наук” вручена академику РАН О. Г. Синяшину, членам-корреспондентам РАН – А. А. Карасику, И. С. Антипину и В. Ф. Миронову, профессору РАН Д. Г. Яхварову, докторам химических наук – М. Ю. Балакиной, А. Р. Бурилову, Ю. Г. Будниковой, Л. Я. Захаровой, В. Е. Катаеву, С. А. Кацобе, Ш. К. Латыпову, И. А. Литвинову, В. А. Мамедову, А. Р. Мустафиной и М. А. Пудовику, В. Ю. Никоновой. Звание “Профессор Академии наук Республики Татарстан” получили доктора химических наук А. Р. Хаматгалимов и А. С. Газизов. Зининским чтением 2024 года стал И. С. Антипин и Почётным профессором Хэйлунцзянского университета (Китай) стал А. А. Карасик. Медаль РАН с премией для обучающихся по программам высшего образования России получила Э. Р. Габитова. Стипендию Президента РФ для аспирантов и адъюнктов получил М. В. Тарасов. Лауреатами Казанской премии имени Арбузовых среди молодых учёных стали кандидаты химических наук Э. В. Васильева

и И. О. Насибуллин, а финалистами – Г. Р. Насретдинова и Т. С. Ризбаева. Кандидат химических наук Б. С. Ахмадеев стал лауреатом Казанской премии имени Е. К. Завойского среди молодых учёных и назван Лучшим молодым учёным ФИЦ КазНЦ РАН в области химических наук. Лучшими молодыми учёными ФИЦ КазНЦ также были названы Э. А. Васильева, Э. Э. Мансурова, И. Д. Стрельник и Э. Р. Габитова, а лучшими аспирантами – Е. А. Кузнецова и Г. П. Беляев.

Сотрудниками ИОФХ и аспирантами было защищено восемь диссертаций на соискание учёной степени кандидата химических наук. В рубрике “Публикации” сообщается о выпуске в печать сотрудниками ИОФХ двух монографий, главы в книге, а также 265 статей, индексируемых в базах WOS, Scopus и РИНЦ. Всё это показатели высокого уровня работы Института Арбузова.

Приглашаем читателя обратить внимание на рубрику “СМИ о нас”, где размещены интервью наших учёных, а названия заметок говорят сами за себя: “Книжная полка Андрея Карасика”, “Санкции – это независимая оценка наших исследований”, “Женщины в науке”, “Казанская химическая школа – сильнейшая в стране”.

Надеюсь, что Ежегодник-2024 будет интересен и полезен не только сотрудникам ИОФХ им. А. Е. Арбузова, но и всем учёным, работающим в ФИЦ КазНЦ РАН, в других институтах Российской академии наук, в Академии наук Республики Татарстан и вузах, а также руководителям федеральных и региональных министерств и ведомств, занимающихся курированием фундаментальной и прикладной российской науки.

Руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова,
д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН



А. А. Карасик

Содержание

История и современность

- 11 Академическая наука Казани в год 300-летия РАН
Т. Д. Кешнер

ИОФХ в зеркале российских и республиканских СМИ

- 21 Книжная полка Андрея Карасика
23 Алексей Калачёв, директор ФИЦ КазНЦ РАН: “Санкции – это независимая оценка значимости проводимых нами исследований”
25 Женщины в науке: Татьяна Паширова.
“Супрамолекулярная химия – наука, которую я люблю”
28 Казанская химическая школа – сильнейшая в стране.
Олег Синяшин в рубрике “Светила науки”

Структура института

- 30 Руководитель Института
30 Аппарат управления
31 Учёный совет
32 Диссертационный совет
33 Научные подразделения
35 Научно-вспомогательные подразделения
35 Вспомогательно-технические подразделения
36 Хозрасчётные подразделения
87 Образовательные подразделения

Итоги года

- 37 Важнейшие результаты научной деятельности ИОФХ им. А. Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН, утверждённые Учёным советом ИОФХ на заседании от 6 ноября 2024 г. (протокол № 10)
64 Награды, почётные звания, премии, стипендии, дипломы
Подготовила Т. Д. Кешнер
69 Учёные степени
А. В. Торопчина
70 Проекты, договоры и гранты
В. Ю. Никонова
71 Подводим итоги уходящего 2024 года. Выступление руководителя ИОФХ им. А. Е. Арбузова, члена-корреспондента РАН А. А. Карасика по итогам 2024 года

Научные и научно-популярные сообщения

- 80 Универсализм в живых системах: посмотрим на метаболиты
А. З. Миндубаев

Литературные страницы

- 94 Литературные страницы
В. Е. Катаев
- 94 Что яркого вспоминается о моей работе в дирекции
- 96 Как я вернулся в органическую химию
- 98 Как я пришёл в химию природных соединений

Personalia

- 106 К 90-летию академика РАН Александра Ивановича Коновалова
Записала Т. Д. Кешнер
- 111 К 70-летию члена-корреспондента РАН Игоря Сергеевича Антипина
Коллектив ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН
- 114 Татьяна Николаевна Юсупова. К 75-летию со дня рождения
Ю. М. Ганеева
- 118 Людмила Николаевна Пунегова. К 75-летию со дня рождения
От имени всех сотрудников ИОФХ М. А. Пудовик

Памяти...

- 122 Памяти Ирины Дмитриевны Морозовой
М. Ю. Балакина
- 123 Памяти Сании Файрутовны Кадыровой
В. А. Мамедов

Научно-организационная деятельность

- 126 Аспирантура и Диссертационный совет
А. В. Торопчина
- 127 Международное сотрудничество ИОФХ им. А. Е. Арбузова
А. И. Карасик
- 130 Совет молодых учёных ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН
З. Н. Гафуров, Р. Р. Фазлеева

Хроника визитов

- 139 Хроника визитов
Записала Т. Д. Кешнер

Публикации

- 145 Публикации сотрудников ИОФХ в 2024 году
- 163 Изобретательская деятельность
Составила Е. В. Горунова

Съезды, конференции, научные встречи

164	Конференции, организованные ИОФХ им. А. Е. Арбузова
164	Х Международный симпозиум “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур” <i>С. Е. Соловьёва</i>
168	II Междисциплинарная всероссийская молодёжная научная школа-конференция с международным участием “Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты” <i>А. И. Карасик, Е. А. Чугунова</i>
177	Кластер конференций по элементоорганической и супрамолекулярной химии “Научные стратегии будущего” (с международным участием) <i>А. И. Карасик, Э. А. Васильева</i>
185	Международные и российские конференции, в которых принимали участие сотрудники ИОФХ им. А. Е. Арбузова в 2024 году
185	XXII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии <i>Т. Д. Кешнер</i>
188	IV Конгресс молодых учёных в Университете “Сириус” <i>Т. Д. Кешнер</i>
189	Международные научные мероприятия
191	Всероссийские научные мероприятия
191	Итоговая конференция ФИЦ КазНЦ РАН 2024 года <i>А. В. Торопчина</i>
191	Торжественное открытие Итоговой конференции
192	Химическая секция Итоговой научной конференции ФИЦ КазНЦ РАН 2024 года
192	Программа Химической секции
196	Закрытие Итоговой научной конференции



ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Академическая наука Казани в год 300-летия РАН

Знаменательным стал 2024 год как для всей российской науки, так и для Института Арбузова, крупнейшего академического звена химической науки Поволжья!

Вся Россия праздновала в этом году 300-летие Российской академии наук, учреждённой в 1724 году императором Петром Первым. Кроме того, 2024 год входит в объявленное Президентом России В. В. Путиным Десятилетие науки и технологий (2022–2031 гг.), а также, согласно Указа Раиса Татарстана Р. Н. Минниханова, 2024 – Год научно-технологического развития в Республике Татарстан.

К этим знаковым событиям был приурочен целый ряд торжественных мероприятий, организованных Федеральным исследовательским центром “Казанский научный центр РАН”, активным участником которых стал ИОФХ им. А. Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН. Проведение таких мероприятий стало возможным во многом благодаря гранту Минобрнауки России, выделенному ФИЦ КазНЦ РАН на популяризацию науки по проекту: “Наука как искусство”.

Казанская научная ветвь вплетена в историю Российской науки уже более двух столетий. Начиная с учреждения в 1804 г. Казанского университета, здесь стали формироваться мощные научные школы, получившие в скором времени мировую известность, а имена многих выдающихся казанских учёных вписаны золотыми буквами в историю мировой науки. В числе великих имён – Лобачевский, Бутлеров и Зинин, Эгнелгардт, Завойский, Королёв... Но это имена, которые были известны каждому советскому школьнику.

А что сейчас? Многие ли знают, чем занимаются учёные сегодня? И речь не только о подрастающем поколении, это касается и широкой общественности. Так, основная цель проекта Минобрнауки РФ – рассказать о достижениях российских учёных, вызвать гордость за нашу страну, мотивировать школьников и студентов заниматься научным творчеством во благо России и всего человечества. По понятным причинам диапазон знакомства с российской наукой был сужен до знакомства с наиболее яркими её представителями, чья жизнь и работа были тесно связаны с Казанью, с Поволжским регионом России.

В рамках проекта был создан целый цикл научно-популярных фильмов о научных школах Казани и выдающихся достижениях казанских учёных в области физики, химии, биологии, медицины, космонавтики, селекции, сельского хозяйства и смежных наук, где в яркой и доступной для понимания форме удалось рассказать, насколько увлекателен и интересен путь научного творческого поиска; продемонстрировать важность, сложность и блеск итогов работы учёных; на конкретных примерах показать историю успеха в науке.

Три научно-популярных фильма из десяти созданных в рамках проекта были посвящены исключительно химикам, чья научная деятельность напрямую связана с Институтом Арбузова – “Академики А. Е. и Б. А. Арбузовы”¹, “Казанская школа химии фосфора”² и “Казанская школа супрамолекулярной химии”³. Но давайте всё по порядку.

Праздник российской науки в Казани начался в февральские дни 2024 года. В ИОФХ была организована экскурсионная программа для студентов Химического института им. А. М. Бутлерова Казанского федерального университета, включавшая в себя знакомство с

¹ Блестящий старт, данный в XIX веке Николаем Николаевичем Зининым, привёл к судьбоносным переменам в веке XX. В первую очередь это связано с созданием в Казани крупного химического центра – современного Института органической и физической химии им. А. Е. Арбузова. Имена академиков Александра Ерминингелдовича и Бориса Александровича Арбузовых неотделимы от этого процесса. XX век называют Арбузовским веком в истории Казанской химической школы.

² Химия фосфора – бренд ИОФХ. Множество процессов современного мира включают в себя использование фосфорорганических соединений. Их применяют для производства лекарственных препаратов, полимеров и солнечных батарей. Основы фосфорорганической химии в России были заложены Александром Ерминингелдовичем Арбузовым в начале XX века.

³ Супрамолекулярная химия – новейшее направление химической науки, возникшее в конце 70-х XX века на стыке химии, физики и биологии. И именно в Казани была создана – одна из первых в России, школа супрамолекулярной химии, получившая международное признание.



Руководитель Института Арбузова, член-корр. РАН А. А. Карасик приветствует студентов химических специальностей в конференц-зале ИОФХ. 15 февраля 2024 г.

лабораториями Института и посещение размещённой в библиотеке ИОФХ Объединённой передвижной выставки с экспонатами из Государственного мемориального музея-заповедника Д. И. Менделеева и А. А. Блока (усадьба Боблово) и Мемориального дома-музея академиков А. Е. и Б. А. Арбузовых, столетие возглавлявших всемирно-известную Казанскую химическую школу. Выставка,

организованная усилиями директора Дома-музея Арбузовых – Натальи Сергеевны Кореевой, была посвящена 190-летию со дня рождения Д. И. Менделеева – гениального химика, первоклассного физика, мыслителя и патриота России, и 155-летию первого варианта его Периодической таблицы элементов. 7 февраля 1869 года Д. И. Менделеев сдал в набор рукопись “Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве”. Инициатором создания Казанского отделения Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева стал Александр Ерминингельдович Арбузов и оставался его бессменным руководителем с 1930 по 1968 год. В 1951 году А. Е. Арбузов стал VI Менделевским чтецом. Напомним, что Менделеевские чтения – торжественный акт с циклом ежегодных докладов ведущих учёных в области химии и смежных с ней наук – физики, биологии, биохимии, были учреждены Всесоюзным химическим обществом им. Д. И. Менделеева в 1940 году. Во время Великой Отечественной войны Менделеевские чтения не проводились и были возобновлены только в 1947 году.

16 февраля в Национальной библиотеке (НБ) Республики Татарстан был организован “Химический день”. Открыл мероприятия руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корр. РАН Андрей Анатольевич Карасик. Руководитель самого крупного научного подразделения Федерального исследовательского центра поздравил всех присутствующих с замечательным праздником российской науки и предоставил слово первому докладчику, отметив, что академик РАН Олег Герольдович Синяшин, кроме



Академик РАН О. Г. Синяшин открывает “Химический день” в Национальной библиотеке Республики Татарстан публичной лекцией “Химия фосфора – от молекулы к новым материалам и технологиям”. 16 февраля 2024 г.





Научный сотрудник Государственного мемориального музея-заповедника Д. И. Менделеева Смирнов Николай Александрович выступает с лекцией “Д. И. Менделеев и его усадьба в Боблово”.

многих других почётных званий и наград является обладателем медали LXXIII Менделеевского чтеца.

О. Г. Синяшин – научный руководитель Института Арбузова, предвзяв своё выступление, напомнил, что в этот богатый на юбилеи год нельзя не вспомнить, что ровно 355 лет назад, в 1669 году гамбургский алхимик Хеннинг Брандт открыл 15-й элемент, который был назван “фосфор”, что в переводе с латинского означает “свет-носный”. Это первый элемент со времён античности, имеющий точную дату своего открытия. Событие нашло отражение в картине английского художника Джозефа Райта, написанной в 1771 году, на которой изображён алхимик, пытающийся получить философский камень, но, вместо этого, к своему изумлению, открывает фосфор.

О. Г. Синяшин рассказал об исследованиях фосфора в России и в мире, о научных школах в области химии фосфора, уделив особое внимание вкладу казанских учёных – перегруппировка А. Е. Арбузова заложила основы химии фосфорорганических соединений в России, исследования продолжили Б. А. Арбузов, Г. Х. Камай, В. С. Абрамов, А. Н. Пудовик и их ученики, и представил сегодняшние прорывные результаты, полученные в ИОФХ им. А. Е. Арбузова, как фундаментального, так и прикладного характера.

Знаковое определение фосфору дал академик Александр Евгеньевич Ферсман: “Фосфор – элемент жизни и мысли”. Действительно, костная структура человека и зубная эмаль – это в основном фосфаты кальция; многие процессы в организме невозможны без участия фосфорорганических соединений; универсальным источником энергии для биохимических процессов в организме является АТФ – аденозинтрифосфат.

Практическое применение фосфорорганических соединений (ФОС) покрывает практически все потребности человечества – это лекарства, средства защиты растений и защиты от коррозии металлов, и многое

другое. Разброс огромен – от медицинских препаратов до отравляющих веществ.

В числе новых направлений исследований учёных ИОФХ – электросинтез фосфорорганических соединений, молекулярные магнетики как элементной базы компьютерных технологий, водородная энергетика и конструирование новых биомиметических катализаторов для топливных ячеек, создание нового поколения фосфорных макроциклов.

Академик О. Г. Синяшин напомнил о модели устойчивого развития человечества, предполагающей право людей на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой, впервые прозвучавшей в докладе Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию на Генеральной ассамблее в 1987 году, и в заключение своего выступления привёл высказывание выдающегося американского учёного, Нобелевского лауреата по химии, иностранного члена Российской академии наук Роланда Хоффмана об ответственности учёного перед обществом: “Учёные самой природой обречены творить... Будет ли в результате создано спасительное лекарство или разрушительный наркотик. Учёные обязаны учитывать последствия своих действий. Именно эта ответственность перед человечеством делает учёного ЧЕЛОВЕКОМ РАЗУМНЫМ”.

Лекцию на тему: “Д. И. Менделеев и его усадьба в Боблово” прочитал Смирнов Николай Александрович – научный сотрудник Государственного мемориального музея-заповедника Д. И. Менделеева и потомок Д. И. Менделеева. Н. А. Смирнов не только рассказал о жизни и деятельности выдающегося русского учёного, но и поделился историями о многолетних дружеских связях Д. И. Менделеева с Казанью – художниками, учёными и государственными деятелями.

Завершила научно-популярную программу этого дня лекция директора Мемориального дома-музея академиков А. Е. и Б. А. Арбузовых, Кореевой Натальи Сергеевны на



Встречу открывает директор ФИЦ КазНЦ РАН, член-корр. РАН Алексей Алексеевич Калачёв. 17 февраля 2024 г.

А. А. Калачёв рассказывает о деятельности ФИЦ КазНЦ РАН в целом и о десяти молодёжных лабораториях, созданных на базе ФИЦ КазНЦ РАН.



тему: “Казань – русская химическая Мекка”, из которой было понятно, как много объединяло эти два имени – Д. И. Менделеев и А. Е. Арбузов.

17 февраля праздничные мероприятия были продолжены в Национальной библиотеке Республики Татарстан. Разноплановым и очень интересным был и этот день, также проходивший под рубрикой “Академическая наука Казани в год 300-летия РАН”.

Предваряя программу, член-корр. РАН, директор ФИЦ КазНЦ РАН А. А. Калачёв представил презентацию о деятельности Федерального исследовательского центра, коротко рассказав об истории его создания и основных научных направлениях сегодняшнего дня, о кадровом потенциале Центра, о международных премиях в области химии фосфора и магнитного резонанса, носящих имена выдающихся казанских учёных – А. Е. и Б. А. Арбузовых и Е. К. Завойского, внёсших большой вклад в мировую науку, о создании лабораторий мирового уровня, организованных под руководством известных учёных – Редокс-активных молекулярных систем (рук. – проф. Игорь Алабугин, США), Квантовой оптики в алмазах

(рук. проф. Филип Роберт Хеммер, США), Инфекционных заболеваний растений (рук. – проф. Виктор Корзун, Высокоорганизованных сред (рук. – проф. Л. Я. Захарова, Россия), и о десяти молодёжных лабораториях, созданных на базе ФИЦ КазНЦ РАН.

Лекцию на тему: “Что химики знают о раке и можно ли создать “волшебную таблетку? Как открываются и разрабатываются лекарства от рака?” прочитала Эльмира Мингалева Гибдуллина, к.х.н., старший научный сотрудник лаборатории Элементоорганического синтеза ИОФХ им. А. Е. Арбузова.

С большим интересом аудитория слушала о том, какие новые тенденции в разработке противоопухолевых агентов используются сегодня, как знания природы онкологических заболеваний помогают химикам в поиске новых лекарственных средств, какие требования предъявляются к современным лекарственным препаратам и почему не так-то просто внедрить полученную разработку в лечебную практику. Также Эльмира Мингалева рассказала о подходе к созданию противоопухолевых агентов, реализуемых в рамках мега-гранта.

Лекция Э. М. Гибадуллиной вызвала неподдельный интерес, поскольку важность темы понятна каждому.



Интерес аудитории очевиден...



Координатором Круглого стола на тему: “Экология промышленных мегаполисов: как обеспечить благополучие среды обитания для населения крупных городов”, проходившего с участием ведущих российских учёных, выступил академик РАН Олег Герольдович Синяшин.

В числе участников Круглого стола – заместитель министра экологии и природных ресурсов РТ Ольга Владимировна Манидичева; член-корр. РАН Наталья Павловна Тарасова (Москва), директор Института химии и проблем устойчивого развития РХТУ им. Д. И. Менделеева и паст-президент

Международного союза теоретической и прикладной химии (IUPAC); член-корр. РАН Сергей Владимирович Люлин (Санкт-Петербург), заведующий лабораторией Института

Также в этот день в НБ РТ были организованы Круглые столы, посвящённые двум социально значимым темам – экология и языки народов России.



В Национальной библиотеке Республики Татарстан.
17 февраля 2024 г.



Слева направо: С. В. Люлин, О. Г. Синяшин, Н. П. Тарасова, А. А. Калачёв.

высокомолекулярных соединений РАН); член-корр. АН РТ Рифгат Роальдович Шагидуллин (Казань), директор ГБУ “Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан”.

Тема Круглого стола была, что называется, “на злобу дня”. Она касается абсолютно всех жителей больших городов. Это воздух, которым мы дышим. Это вода, которую мы пьём. Это мусорные свалки, которые засоряют нашу планету. Вопросы защиты окружающей среды и обеспечения экологической безопасности находятся в числе национальных приоритетов России. За Круглым столом ведущие специалисты в области экологии обсуждали вопросы сохранения лесов и уникальных водных объектов, предлагали решения — как сократить негативное воздействие вредных выбросов в окружающую среду. Заместитель министра экологии и природных ресурсов РТ О. В. Манидичева рассказала о Федеральном про-

екте “Чистая страна”, в рамках которого запланирована рекультивация земель, подвергшихся загрязнению нефтесодержащими продуктами. В рамках Федерального проекта “Оздоровление Волги” – рекультивация иловых полей биологических очистных сооружений г. Казани и демонтаж ржавых трубопроводов озёрного месторождения в акватории Нижнекамского водохранилища.

Было отмечено, что Татарстан – первый регион, организовавший взаимодействие промышленных предприятий с институтами РАН. В 2019 году подписано соглашение с Консорциумом, в составе которого шесть крупнейших институтов РАН, образованным для выполнения Крупного научного проекта “Экология промышленных городов”. Головная организация Проекта – ФИЦ КазНЦ РАН; Координатор Проекта – академик РАН О. Г. Синяшин; Базовая организация Проекта – ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН. В 2022 году подписано соглашение с Научным советом РАН по глобальным экологическим проблемам.

Круглый стол на тему: “Как сохранять и популяризировать языки народов России в XXI столетии: опыт Республики Татарстан” собрал ведущих специалистов в области гуманитарных наук, включая представителей Института языка, литературы и искусства им. Г. Ибрагимова Академии наук Республики Татарстан и Казанского федерального университета.

Завершение праздника науки, проходившего в рамках мероприятий “Академическая наука Казани в год 300-летия РАН”, состоялось в воскресенье, 18 февраля 2024 года в Национальной библиотеке Республики Татарстан.

Открыла форум Н. В. Тендюк – младший научный сотрудник Лаборатории инфекционных заболеваний растений Казанского института биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, лекцией на тему: “Иммунитет растений и их устойчивость к патогенам”. Наталья Владимировна – очень стремительно по темпу и ярко по форме, представила слушателям взаимоотношения растений и патогенов как историю любви и ненависти, а соотношение факторов устойчивости и факторов вирулентности растений как

Координатор Круглого стола – А. А. Арзамасов, доктор филологических наук, заведующий Молодёжной лабораторией многофакторного гуманитарного анализа и когнитивной филологии, созданной на базе ФИЦ КазНЦ РАН.





Докладчик – Антон Зуфарович Миндубаев, к.х.н., с.н.с. ФИЦ КазНЦ РАН, и модератор форума – Артемий Геннадьевич Шмелёв, к.ф.-м.н., с.н.с. КФТИ им. Е. К. Завойского.

своего рода гонку вооружений, озадачив всех вопросом: всегда ли растению выгодно убивать паразита или лучше “договориться”?

Второй доклад на тему: “Биодеградация, или микробное сообщество, в решении экологических проблем” сделал Антон Зуфарович Миндубаев, к.х.н., н.с. ФИЦ КазНЦ РАН.

А. З. Миндубаев – известный популяризатор химической науки, эту свою лекцию начал с определения биодеградации – что это такое и какую роль данное явление играет в жизни человека? Мир охвачен экологическим кризисом, во многом обусловленным накоплением поллютантов, большинство из которых являются ксенобиотиками. Последние не встречаются в природе, а являются продуктами жизнедеятельности человека, прежде всего химической промышленности. В современном мире до сих пор не решена проблема мусорных полигонов, свалки поглощают под собой города и земли сельхозугодий. Основу свалок составляют полимеры, пластики – типичные поллютанты, т.е. вещества, созданные человеком. Однако большинство загрязнителей окружающей среды – продукты переработки угля, нефти, природного газа, которые в свою очередь являются результатами переработки живых организмов в недрах земли. Поэтому, поскольку элементный состав большинства поллютантов такой же, как и у живых организмов, то существует возможность вернуть эти элементы в природный кругооборот. Как подтверждение – свалка далеко не безжизненна, на ней обитает множество микроорганизмов, которые в процессе эволюции приобретают способность утилизировать поллютанты и ими питаться.

Использование специализированных культур микробов для очищения окружающей среды от поллютантов и носит название биодеградация. Метод обезвреживания токсичных веществ микроорганизмами (деструкторами) широко применяется сегодня на практике – биодеградация нефтепродуктов и полимеров, пестицидов и искусствен-

ных красителей, отходов предприятий химической промышленности и мест заиливания, боевых отравляющих веществ и продуктов их обезвреживания.

Вопросов к докладчику было много – от выяснения, как быстро микроорганизмы могут съесть пластиковую бутылку до способов биодеградации белого фосфора и как патентуются искусственно созданные штаммы.

Завершающим аккордом в гамме великолепных выступлений 15–18 февраля в рамках мероприятий “Академическая наука Казани в год 300-летия РАН”, организованных ФИЦ КазНЦ РАН, стала лекция Алексея Алексеевича Калачёва – д.ф.-м.н., члена-корреспондента РАН, директора ФИЦ КазНЦ РАН, на тему: “Спасти кота Шрёдингера. О квантовом интернете и не только”, в которой были затронуты очень сложные вопросы и в научно-популярной форме изложена их суть.

“Тема квантового интернета – очень горячая. Здесь следует выделить три основных направления, по которым развивается квантовая технология – квантовые вычисления, квантовые коммуникации и квантовая метрология”, – так начал Алексей Алексеевич Калачёв.

Направление “Квантовые вычисления” включает в себя создание квантовых компьютеров, с другим уровнем вычислительных возможностей в достижении целей, недостижимых при помощи даже суперкомпьютеров, построенных на классических принципах. В области квантовых коммуникаций речь идёт больше о криптографии, т.е. о защите информации. Разработка квантовых сенсоров, обеспечивающих точность измерения, намного превышающую точность, достижимую при использовании современных методов важна для навигации, мониторинга окружающей среды, астрономических наблюдений, измерения гравитационного поля и предсказания природных катаклизмов.

Так что же даёт квантовый интернет с точки зрения развития квантовой технологии? Во-первых, передача квантовых состояний на большие расстояния. Второе –

Поприветствовав всех присутствующих в конференц-зале НБ РТ, А. А. Калачёв поблагодарил всех, кто пришёл послушать лекции учёных Казанского научного центра и тех, кто остался на последний доклад, и предложил поговорить о квантовом интернете.



можно обеспечить защищённый доступ к квантовому компьютеру, используя квантовые методы передачи информации. Что это значит? Вы можете выполнять вычисления на квантовом компьютере, но квантовый компьютер не будет знать, что вы делаете. Так называемые "слепые" квантовые вычисления. И третье – передавать, распределять квантовые ключи на большие расстояния, используя эффекты телепортации и тем самым обеспечить безопасность всему квантовому интернету.

Усталые, но довольные организованным ими праздником науки, учёные Казанского научного центра сделали общее фото, не забыв отметить, что праздник состоялся при спонсорской поддержке ПАО "Татнефть".

* * *

1 сентября 2024 года – продолжение праздничных мероприятий, посвящённых 300-летию учреждения Российской академии наук

Очень символично, что именно в День Знаний – 1 сентября 2024 года, праздничные мероприятия, посвящённые 300-летию учреждения Российской академии наук, в Казани были продолжены.

Основным организатором праздника выступил Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр РАН" при финансовой поддержке Минобрнауки России и подключении административного ресурса Республики Татарстан.



Учёные ФИЦ КазНЦ РАН – организаторы праздника российской науки в Национальной библиотеке Республики Татарстан 16–18 февраля 2024 года.

В 9.00 праздник начался с торжественного открытия мурала на ул. Чистопольская, 59. Автор мурала – Сергей IMAN, посвятил свой диптих творческому поиску, познанию истины и напряжённой работе учёных. По замыслу автора на мурале представлено абстрактное изображение



Открытие мурала.

учёного, одна рука которого тянется к яблоку как символу познания мира, а другая щедро делится знаниями, указывая путь к новым звёздам. Яблоко остаётся несогранным, так как процесс познания бесконечен.

В 11.00 праздник науки продолжился на ул. Декабристов, где в парковой зоне “Сосновая роща” представители институтов ФИЦ “Казанский научный центр РАН” высадили аллею хвойных деревьев. Лопаты и перчатки для участников процесса были приготовлены заранее. Открыла стройный ряд 15 двухметровых голубых елей памятная табличка “Аллея к 300-летию Российской академии наук”.



У памятной таблички “Аллея к 300-летию Российской академии наук”. Слева направо: С. М. Хантимиров и академик РАН К. М. Салихов (КФТИ им. Е. К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН).



Аллею хвойных деревьев к 300-летию РАН сажают учёные ФИЦ КазНЦ РАН – члены Российской академии наук настоящие и будущие...



Слева направо: вице-президент АН РТ А. А. Тимерханов, руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова А. А. Карасик, научный руководитель КФТИ им. Е. К. Завойского К. М. Салихов, директор ФИЦ КазНЦ РАН А. А. Калачёв и ведущий праздника.



На широкой площадке за Дворцом Химиков была установлена сцена, с которой маститые казанские учёные поздравили всех участников Фестиваля науки с Днём знаний. Директор ФИЦ КазНЦ РАН, член-корр. РАН А. А. Калачёв, академик РАН К. М. Салихов, руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корр. РАН А. А. Карасик, руководитель КФТИ им. Е. К. Завойского С. М. Хантимеров и вице-президент АН РТ А. А. Тимерханов пожелали школьникам хороших оценок в новом учебном году и выразили уверенность, что в этом случае многие из них в будущем пойдут по интереснейшему пути научного поиска.

Молодые учёные Казанского научного центра РАН – химики и физики, показывали самые разные опыты; в украшенных разноцветными шарами белоснежных шатрах проводились викторины по химии, физике и биологии, сопровождавшиеся вручением призов победителям; на большом экране демонстрировались научно-популярные фильмы о научных школах Казани и выдающихся достижениях учёных, которыми по праву гордиться Казань. Говорили об открытиях мирового уровня, сделанных в Казани, о фосфорорганической и супрамолекулярной химии, об электронном парамагнитном резонансе, о Казанской физиологической школе и многом другом,



С большим интересом собравшиеся наблюдали за опытами, которые демонстрировали молодые учёные Казанского научного центра РАН.



Самых маленьких участников праздника развлекали симпатяги-аниматоры – все вместе они играли, пели и танцевали.

невероятно интересном. Самых маленьких участников праздника развлекали симпатяги-аниматоры – все вместе они играли, пели и танцевали.

День знаний получился по-настоящему семейным! Это и понятно. Ведь большинство молодых учёных – это мамы и папы! Дети постарше проверяли свою смекалку и знания у экранов с викторинами, а те, кто поменьше, – просто веселились от души в этот солнечный день в одном из старейших и красивейших парков Казани. Было ярко, красиво и познавательно!

Цель данного торжественного мероприятия – привлечь внимание общественности к достижениям российской

науки, вызвать гордость за нашу страну, мотивировать школьников и студентов заниматься научным творчеством во благо России, была достигнута!



Наука – это искусство! Наука – это волшебно красиво!

Т. Д. Кашнер



ИОФХ в зеркале российских и республиканских СМИ

Рубрика, посвящённая отражению в средствах массовой информации наиболее значимых событий в жизни Института Арбузова, давно стала постоянной в Ежегодниках ИОФХ.

Так, в этом выпуске нашего сборника читатель найдёт опубликованные в СМИ интервью и видеосюжеты лидеров Казанского научного центра РАН – ярких представителей академической науки Казани, которые в про-

цессе общения с корреспондентами раскрывают завесу своего личного отношения к науке в целом и ситуации в мире, говорят о честности и важности человеческих отношений, рассказывают о прорывных исследованиях, которые проводятся в подразделениях ФИЦ КазНЦ РАН и прежде всего, в ИОФХ им. А. Е. Арбузова.

Книжная полка Андрея Карасика¹

Когда спрашиваешь серьёзных учёных, что они читают помимо научных публикаций, в ответ часто слышишь: читать решительно некогда. Тем приятнее было услышать от члена-корреспондента Российской академии наук, доктора химических наук Андрея Карасика фразу: “Я не могу без книги”...

Руководитель Казанского института органической и физической химии имени А. Е. Арбузова признаётся: “Именно литература помогла мне понять, что жизнь очень неоднозначна, что на каждое событие, мнение, действие находится миллион противоречивых откликов, на любое явление можно взглянуть с разных сторон. Это очень полезно и в науке, и в управлении институтом”.



Руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корр. РАН А. А. Карасик.

В детстве и юности на меня повлияли...

Лет до девяти я читать не любил. А классе в третьем как будто включилось что-то... Прочитал “Пятнадцатилетнего капитана” Жюль Верна – и после этого погрузился в иные миры, созданные фантазиями разных авторов, и с тех пор читал запоем. Особенно в детстве. Сейчас, конечно, поменьше, хлопот много...

Конечно, мы, российские учёные, во многом выросли из Стругацких. У них удивительные книги. Начинаешь с повести “Понедельник начинается в субботу”, с “Пикника на обочине”... А чем дальше живёшь, тем больше понимаешь, что Стругацкие очень многогранные. И потихоньку переходишь к “Сказке о тройке”, “Граду обречённому”. Или “Улитка на склоне” – когда всеобщая фантазмагория, которая тебя окружает, и странность мира, в особенности бюрократического, очень сильно влияют на твою жизнь, когда жизнь меняется, и меняется странно, базируясь на непонятных основах и преследуя непонятные цели.

¹ Общественно-политическое издание “Татарстан”. 27 декабря 2023 года. Фото из архива автора.
<https://protatarstan.ru/news/knizhnaya-polka/kniznaia-polka-andreia-karasika>

И ты живёшь в этом странном мире, и книги в нём для тебя – одно из утешений.

Сейчас читаю...

Я недавно был в Москве на общем собрании Российской академии наук. И вот в один вечер удалось сходить на спектакль театра имени Маяковского “Любовь по Маркесу”. Он поставлен по последней повести Маркеса “Вспоминая моих несчастных шлюшек”. И тут я понял, что эту повесть у него не читал, так что сейчас навёрстываю упущенное. Маркес очарователен! С возрастом особенно остро начинаешь его чувствовать. В этой книге – его взгляд на прожитую жизнь, ощущение важности человеческих отношений, сожаление о малости любви. Но мне кажется, что спектакль, который я смотрел, даже тоныше сделан, чем сама книга. Театру удалось самую щемящую и романтическую нотку зацепить.

Из последнего, что задело...

Из нового и необычного – года два или три назад я вдруг открыл для себя китайскую современную прозу. Прекрасный писатель Мо Янь, например, Нобелевский лауреат по литературе. “Страна вина” – очень хороший роман, “Лягушки”... Показан удивительный мир Китая, особенно современного и времён культурной революции. Мир, которого я раньше вообще никак не касался, а тут обнаружил его в такой серьёзной, интересной прозе.

Или “Задача трёх тел”, тоже китайский писатель Лю Цысинь. Это фантастика, я её очень люблю. Мы с женой иногда посмеиваемся, говорим, что фантастические романы гораздо более реалистичны, чем любовные.

Любимое

Стругацких я уже упоминал. Очень Владимира Орлова люблю, его романы “Альтист Данилов”, “Лягушки” (так вот они пересеклись с Мо Янем). Кена Кизи люблю, и не только “Пролетая над гнездом кукушки”. У него, например, ещё есть отличный роман “Порою блажь великая”, потрясающая по накалу внутренних страстей книга о жизни лесорубов на севере Америки. Я бы сказал, книга с запахом тяжёлого мужского труда.

Ещё один отличный роман, который люблю, – Кэндзабуро Оэ, “Объяли меня воды до души моей”. Японский писатель рассказывает о молодёжном бунте, и в то же время это возвышенная поэзия. Страсть к разрушению и красота жизни – всё это там переплетено.

Рекомендую!

Рекомендации – это очень неблагодарная задача. Даже с друзьями, которые тоже много читают (хотя таких людей не так много), в этом смысле очень трудно. Тебе книжка

нравится, а человек её не воспринимает... Всё зависит от какого-то душевного настроения. Но все книжки, которые я упоминаю, – они хороши, их можно читать смело.

Периодически возвращаюсь...

Всё те же Стругацкие, Оэ. Несколько лет назад перечитывал Отара Чиладзе, очень неплохие романы. Вообще, всё зависит от состояния души. Я иногда с удовольствием Лукьяненко читаю. Казалось бы, он простой автор... Но мне всегда нравится, как он начало придумывает, у него очень хорошо получаются начала фантастических романов. А в конце, мне кажется, ему самому надоедает, и он просто сливает финал...

Разочаровало...

Иногда начинаешь читать какого-то автора, и несколько первых книг у него хорошие, а потом не то. Тот же Лю Цысинь – “Задача трёх тел” роскошная, а дальше, на мой вкус, слабые романы пошли. Он как будто, оседлав популярную первую книгу, начал поделки делать. Или Ричард Флэнаган, очень интересный австралийский писатель. У него был первый роман “Книга рыб Гоулда”, очень фантазмагоричный, чем-то на Маркеса похож, на Борхеса. А потом он начал экспериментировать с жанрами, и не скажу, что всегда удачно. Сейчас есть такое, что многие писатели экспериментируют с жанрами. И так обидно бывает, когда видишь у писателя интересный подход к теме, а следующий роман совершенно в другом жанре и уже не так хорош...

Бумажная или электронная книга?

Я-то люблю бумажные. Их читать приятно, в руках держать, и, кроме того, они красиво стоят на полке. Мне просмотр книжных полок доставляет отдельное удовольствие. Но, с другой стороны, сейчас я довольно много читаю с телефона. Это удобно. Никого не будишь, если ночью хочется почитать. А когда ещё найти время читать? Ночью! Ещё удобно, что можно регулировать величину букв. Ну и ещё телефон – он же всегда с собой. Мне без книги трудно, и поэтому у меня накачана довольно большая библиотека в телефоне, чтобы можно было в командировках читать, в самолёте.

Что для меня значит книга

Это целый мир, это возможность прожить десятки разных жизней. А с другой стороны, это способность взглянуть на мир с другой позиции. Мне кажется, это очень важно. А ещё книги дают внутреннее ощущение правильности того, что ты делаешь, и приучают поступать в соответствии с этой правильностью, невзирая на какие-либо резоны. Вот эта жизненная честность – она тоже идёт от книг.

Алексей Калачёв, директор ФИЦ КазНЦ РАН: “Санкции – это независимая оценка значимости проводимых нами исследований”²

Лекарство от рака и квантовые технологии – какие ещё открытия казанских учёных потрясут мир?

Сегодня страна отмечает 300-летие российской науки: 28 января (8 февраля) 1724 года указом императора Петра I была создана первая в России Петербургская академия наук. О том, чем живёт академическая наука в Казани, с какими сложностями сталкивается, какие прорывные исследования проводят учёные, – в интервью директора Федерального исследовательского центра “Казанский научный центр Российской академии наук”, профессора и члена-корреспондента РАН Алексея Калачёва. А также в нашем обзоре – современные научные открытия учёных КазНЦ РАН.

Фундаментальные исследования становятся базой для развития прикладных работ

– Алексей Алексеевич, у Казанского научного центра РАН большая история – в этом году вам исполняется 79 лет. Какие задачи сегодня стоят перед учёными центра?

– Казанский научный центр был организован в 1945 году как Казанский филиал Академии наук СССР. Основная наша задача – выполнение фундаментальных исследований в различных областях науки: физика, химия, биология, энергетика, механика, сельское хозяйство. Сегодня мы являемся Федеральным исследовательским центром, где наряду с фундаментальными активно ведутся и прикладные исследования. В состав центра входят шесть институтов: Институт органической и физической химии им. Арбузова, Казанский физико-технический институт им. Завойского, Татарский НИИ сельского хозяйства, Казанский институт биохимии и биофизики, Институт энергетики и перспективных технологий, Институт механики и машиностроения. В штате более тысячи сотрудников, из которых 800 – это научные сотрудники. Исследования ведутся в рамках государственного задания и, кроме того, поддерживаются различными грантами. Так, ежегодно мы выполняем около 100 грантов Российского научного фонда. Широкие фундаментальные исследования становятся базой для развития прикладных работ, которые уже выполняются по заказу промышленных партнёров.



Директор Федерального исследовательского центра “Казанский научный центр Российской академии наук”, профессор, член-корреспондент РАН Алексей Калачёв.

– Какими проектами, которые были реализованы или находятся в стадии реализации, вы можете поделиться?

– Среди крупных в 2023 году могу отметить проект, который ведётся в рамках Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий. Его задача – разработка биопрепаратов на основе консорциумов микроорганизмов. Если говорить о конкретном прикладном результате проекта – на основе проведённых исследований создано пять биопрепаратов, которые прошли успешную апробацию у промышленных партнёров проекта.

– Что за биопрепараты? Какова сфера их применения?

– Одни могут быть использованы в сельском хозяйстве, например для стимуляции роста растений, другие – направлены на решение экологических проблем, таких как утилизация твёрдых бытовых отходов или переработка илов в очистных сооружениях, переработка нефтепродуктов. В целом собрана коллекция из 16 тысяч микроорганизмов, что является очень важным результатом для развития биотехнологий и может стать основой для создания региональной ресурсной коллекции.

– Какие ещё проекты велись вашим центром в 2023 году?

– Ещё один масштабный проект выполняется совместно с Институтом прикладной физики РАН в Нижнем Новгороде в области квантовых технологий, квантовых коммуникаций. Он ведётся по заказу Российских железных дорог, отвечающих за реализацию дорожной карты по развитию

² “Бизнес-онлайн”. 8 февраля 2024 г. Корреспондент – Елена Фадеева. Статья печатается с сокращениями.
<https://www.business-gazeta.ru/article/622410>

квантовых коммуникаций в РФ, что неудивительно, поскольку РЖД владеют большой сетью оптоволоконных линий связи, которые требуют максимальной защиты. В рамках этого проекта мы разрабатываем так называемый квантовый повторитель – устройство, которое позволит распространять квантовую информацию на большие расстояния и создать квантовый интернет. В настоящее время в России прокладывается большая магистральная квантовая линия связи, которая соединяет Санкт-Петербург, Москву, Нижний Новгород, и эта линия уже приходит в Казань. В перспективе как раз на участке Казань – Нижний Новгород и могут быть внедрены результаты нашего проекта.

Кроме того, в центре выполняются исследования при поддержке мегагрантов.

– *Мегагранты – это какие-то особенные, более масштабные проекты?*

– Это проекты, направленные на создание новых лабораторий под руководством ведущих мировых учёных. За последние годы в КазНЦ РАН создано три лаборатории мирового уровня при поддержке таких грантов. Первый был посвящён разработке квантовых сенсоров на основе алмазов, второй – изучению снежной плесени, а последний проект, который выполняется в настоящее время, посвящён поиску новых эффективных средств для лечения онкологических заболеваний. Исследования ведутся под руководством ведущего учёного из США, который, несмотря на очевидные сложности, приезжает в Россию. К концу 2023 года в рамках проекта синтезированы десятки химических соединений, из которых выбраны соединения-лидеры, которые разрушают опухолевые клетки, но сохраняют здоровые клетки.

Это примеры крупных проектов, которые выполнялись в прошлом году.

Санкции – это независимая оценка наших исследований

– *2023 год для вашего центра был достаточно сложным: в июле центр попал в блокирующий санкционный список США. А ведь центр вёл активную международную деятельность. Например, выполнялись международные проекты и проекты под руководством иностранных ведущих учёных. Вообще, как повлияли санкции на деятельность центра?*

– Мы попали под санкции, потому что у центра есть серьёзные результаты по квантовым технологиям, нанотехнологиям и радиоспектроскопии. По сути, получилась некая независимая оценка значимости и качества проводимых нами исследований. Конечно, то, что прекратились некоторые совместные проекты либо поставлены на паузу, печально. Но сказать, что кардинально эта ситуация повлияла на нашу работу, нельзя. Все совместные разработки либо уже завершены, либо мы завершаем их

самостоятельно. И все обязательства в рамках мегагрантов нами выполнены.

Знаете, рано или поздно “война” санкций закончится, и наука, особенно фундаментальная, – это та область человеческой деятельности, которая будет этому только способствовать. А пока налаживаем научные контакты с другими странами. В ближайшее время планируем подписать договор о сотрудничестве с Национальным институтом биотехнологий Малайзии – есть взаимный интерес по целому ряду направлений. Но проблемы, безусловно, появились. Основная – невозможность закупать научное оборудование у целого ряда ведущих производителей. А для научных исследований необходим широкий спектр оборудования, которого, к сожалению, в России не делают.

– *Как выходите из положения?*

– Ищем замену у тех же китайских производителей. Правда, пока приходится покупать как коша в мешке: в процессе эксплуатации оборудования часто обнаруживаются нюансы, о которых никто не предупреждал. Ну и, кроме того, работает параллельный импорт.

– *В 2019 году ФИЦ КазНЦ РАН по результатам оценки эффективности деятельности был отнесён к научным учреждениям первой категории и вошёл в число ведущих научных организаций России. Что это дало центру?*

– Во-первых, появился доступ к целому ряду программ, в которых могут участвовать только организации первой категории. Например, мы ежегодно получаем гранты на обновление приборной базы: с 2019 года закупили оборудования почти на миллиард рублей. Получили возможность создавать молодёжные лаборатории в рамках национального проекта “Наука и университеты”. За эти годы в центре открыто 10 молодёжных лабораторий, это очень хороший инструмент поддержки молодых учёных. У нас создан “Селекционно-семеноводческий центр”. Это только часть тех возможностей, которые даёт статус научного учреждения первой категории.

– *Как вы считаете, наука сегодня интересна современным молодым людям?*

– 50 процентов наших сотрудников – молодые учёные. Это неплохой показатель. В некоторых научных группах их большинство, в том же проекте РЖД по квантовым технологиям вообще практически одна молодёжь. Молодая наука интересна, хотя, наверное, и не так, как в 60–70-е годы прошлого столетия. Тем не менее я думаю, что в основе этого интереса остаются всё те же особенности научной работы – радость научных открытий, удовлетворение от более глубокого понимания сути вещей и возможность реализовать свои амбиции. При этом важно создавать условия, когда молодые ребята могут попасть в проекты со студенческой скамьи, решая при этом не

учебные задачи, а работая в команде на практически важный результат. Именно это мы и стараемся делать.

– *Какие планы на наступивший год? Какие проекты намерены реализовать?*

– В 2022 году мы утвердили программу развития центра на ближайшие годы. В ней сделан акцент на четырёх приоритетных направлениях: разработка новых лекарственных препаратов, квантовые технологии, агробиотехнологии, физико-химические основы решения экологических проблем. Это если совсем коротко. Все направления актуальны, важны с точки зрения обеспечения технологической независимости и предполагают реализацию работ полного цикла: от фундаментальных исследований до создания образцов и внедрённых технологий. Планируется, что для выполнения прикладных разработок в дальнейшем будет создан единый Инжиниринговый центр. Так что одна из задач этого года – успешное выполнение намеченного плана. Кроме того, поскольку этот год особенный – год 300-летия РАН и Год научно-технологического развития РФ, много внимания планируем уделять популяризации науки.

Лекарства против рака и терапия пациентов с болезнью Альцгеймера

Настоящим прорывом в методах лечения рака и создании новых противоопухолевых препаратов могут стать исследования Института органической и физической химии им. А. Е. Арбузова.

Современная медицина и фармакология продвинулись далеко вперёд в борьбе с раком, однако есть ещё множество нерешённых проблем. Одна из них – современные

противораковые препараты действуют не только на опухолевые, но и на нормальные клетки. Учёными института предложена стратегия создания противоопухолевых агентов, которые одновременно борются с раковыми клетками и защищают здоровые. Исследования находятся ещё в самом начале, но уже выявлены соединения-лидеры с высокой активностью к опухолевым клеткам.

Результатом фундаментальных исследований может стать создание более оптимальных и щадящих для пациентов противоопухолевых препаратов.

Ещё одно научное открытие учёных института способно качественно изменить жизнь пациентов, страдающих болезнью Альцгеймера.

К сожалению, полностью остановить течение болезни на данный момент не представляется возможным. Однако можно попытаться максимально замедлить прогрессирование заболевания.

В процессе научных исследований были показаны возможные преимущества терапии симптомов болезни Альцгеймера соединениями ингибиторов ацетилхолинэстеразы, после чего проект перешёл в стадию потенциальной фармаразработки. Таким образом, помимо чисто научного значения, а соединения такого типа были получены казанскими учёными впервые в мире, данные исследования представляют интерес с точки зрения их практического применения. Сейчас проект выполняется в партнёрстве с Международным научно-инновационным центром нейробиологии и фармакологии Института органической и физической химии им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН и фармацевтической компанией АО «АВВА-РУС». Этап доклинических исследований планируется завершить в течение двух-трёх лет.

В случае успешного развития проекта потенциальными потребителями продукции будут являться больные болезнью Альцгеймера в России и за рубежом.

Женщины в науке: Татьяна Паширова.

“Супрамолекулярная химия – наука, которую я люблю”³

Об учебном и личном бренде, наноустройствах, будущем органической химии и женщинах в науке

Татьяна Паширова – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории Фосфорсодержащих аналогов природных соединений Института органической и физической химии им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, ведущий научный сотрудник НИЛ “OpenLab Биохимическая нейрофармакология” Казанского (Приволжского)

федерального университета, лауреат премии “Колба -2022” номинация “Химия”.

– *Татьяна, наука пришла в Вашу жизнь по-любви?*

– Честно говоря, я случайно попала в науку – это было такое время, 2001 год, после развала Советского Союза и 90-х годов в науке был полный упадок, старая приборная база, реактивы и посуда ещё времён Советского союза, молодёжи практически не было. Непонятно, как существовать – зарплаты были низкие. Но, когда я при-

³ Вестник образования России. 18 марта 2024 года.



Старший научный сотрудник лаборатории Фосфорсодержащих аналогов природных соединений ИОФХ им. А. Е. Арбузова, кандидат химических наук Т. Н. Паширова.

шла в науку, мне понравилось, меня всегда привлекали исследования. Преподаватели нас завлекали научной работой, мне было интересно заниматься аналитической химией. Когда передо мной стоял выбор по окончании университета: идти работать или остаться в аспирантуре, я выбрала второе. С одной стороны, меня притягивала наука, с другой стороны, это было удобно, в тот момент экзамены по философии и английскому, которые были сданы по окончании магистратуры, уже считались вступительными в аспирантуру.

– Что повлияло на выбор научной деятельности?

– Думаю, окружающие меня талантливые и по-настоящему любящие науку люди, мои научные руководители, те, кто “выжил” в науке в те трудные времена в институте, о которых я говорила. Примерно год я стажировалась, могла в любой момент уйти, но в тот момент открылась новая область исследования – супрамолекулярная химия, и я попала практически в начало этих исследований. Это в большей степени повлияло и увлекло меня.

– Работая в университете, на кафедре, какие наблюдения по студентам, хватает ли им школьных знаний для поступления, не гаснут ли их глаза при обучении через год?

– Всегда приятно работать с сильными студентами, но иногда в науку приходят средние учащиеся. Получение научных результатов – это монотонность. Бывает, что сильным студентам не хватает усердия, трудолюбия, усидчивости. Я всегда задаю вопрос им: “Кто такой учёный?”. На мой взгляд, это человек, которому настолько нравится наука и его захватывает этот процесс, что он иногда даже не замечает, как идёт время в этой кропотливой и скрупулёзной монотонности, направленной на достижение результата. Кто не получает удовольствия от полученных результатов, думаю, не сможет получить успешный результат. Возвращаясь к студентам, те, кто казались “среднячками”, выходят на лидирующие позиции.

Самое главное, чтобы человеку нравилось, и тогда у него всё получится!

– А что насчёт финансов, достаточно ли оплачивается наука сейчас?

– Мне есть с чем сравнить. Когда я начала работать в науке, финансовая ситуация была очень сложная. Мне не хватало даже на проезд, честно говоря. Сейчас у молодёжи и даже студентов большой выбор финансовой поддержки: гранты, конкурсы, стартапы и т.д. У нас такого не было, первый свой грант Президента РФ я получила будучи кандидатом наук в 2009 году. Стоит понимать, что успешная наука – это “ассоциат” преемственности поколений и финансовой поддержки.

– Как вы думаете учёный, работающий, например, в Курчатовском институте, он развивает бренд учреждения или свой личный? Или это синергия? Нужно ли учёным развивать свой личный бренд?

– Если мы часть института, системы, то да, учёный внутри бренда. Как только ты оказываешься вне системы, то здесь, безусловно, нужно иметь свой личный бренд для сохранения аутентичности. Если знают тебя или группу, то доверяют твоим полученным результатам, и уже в этом случае, думаю, принадлежность к любому институту уходит на второй план. Бренд в науке подчёркивает достоверность и успешность твоих научных результатов. А институт уже становится больше ресурсным центром как в интеллектуальном, так и в материальном плане.

– По вашему наблюдению, достаточно ли представлены российские учёные в международных сообществах?

– Могу сказать только за себя, я вхожу только в коллоидное химическое общество. Эта сфера предоставлена российскими учёными в международном аспекте не широко, если сравнивать с другими странами. Причина этого в том, что на участие в зарубежных конференциях требуется дополнительное финансирование, как правило из того же грантового источника, откуда идёт расходование на реактивы и оборудование. Поэтому зачастую возникает дилемма – развивать имеющийся проект или же позиционировать достижения в международном сообществе, поэтому не каждый учёный может себе это позволить, бюджетных средств на это нет. Плюс организационный взнос, который, как правило, на международных конференциях очень высокий.

– В чём сейчас заключается ваша профессиональная деятельность?

– На данный момент мы разрабатываем нанореакторы, способные нейтрализовать различные токсические соединения в организме. Если простым языком – то это наночастицы, содержащие фермент. И мы уже достигли

результатов, наши частицы способны деградировать фосфорорганическое соединение. При этом мыши выдерживают десятикратную токсичную дозу. Это говорит о том, если животное было или будет отравлено, его можно вылечить или защитить.

Ещё вместе со своим руководителем я занимаюсь “митохондриальной доставкой” – это противоопухолевые наносистемы – наночастицы, модифицированные триарилфосфониевыми соединениями, которые способны адресно доставлять лекарственный препарат в митохондрии опухолевых клеток. Тем самым препарат становится очень активным, достигаются очень низкие концентрации. Думаю, в будущем, мы сможем их внедрить в практику.

– *Как раз о будущем, вы считаете, какой следующий шаг должен быть в науке по направлению органической химии?*

– Немного начала об этом говорить. Нанореакторы или наноустройства способны выполнять различные функции внутри организма. Это не просто капсулирование, когда лекарственный препарат загружен в наночастицы, а это процесс, который идёт внутри этой наночастицы, в результате чего образуются продукты. В нашем случае, это захват токсичных соединений внутрь наночастицы и образование нейтральных соединений, т.е. нетоксичных. Получается, это не только капсулирование лекарства, а уже следующий уровень организации, когда в наночастицах будет идти процесс и выполнение целевых функций, например, нанодетоксикация, прецизионная хирургия, детектирование, визуализация и т.д.

– *Получается, внутри этой капсулы происходит процессы, которые будут нейтрализовать, предположим, патогенную клетку?*

– Думаю, в будущем, да. Или, например, выработка кислорода или энергии – тоже как процесс. Наночастица несёт внутри себя какой-то процесс или выполняет необходимые функции.

Очень оптимистичное и перспективное направление!

– *Как вы считаете, достаточно ли женщины представлены в сферах науки?*

– В сфере, в которой я работаю, женщин много. Но если говорить об уровнях, то женщина-доктор наук гораздо меньше встречается. Например, любой диссертационный или учёный совет больше представлен мужчинами, чем женщинами.

– *Как вы думаете по какой причине?*

– Не знаю, может быть потому, что мужчин больше в науке, а женщины чаще выступают в роли соратника или хранительницы семейного очага. И факт того, что мужчине с мужчиной проще договориться, у них возникает здоровая конкуренция. К тому же руководящие посты требуют определённых качеств. Если женщина развивает в себе лидерские качества, то другим женщинам необходимо с этим согласиться. И не забывайте, кроме конкуренции с женщинами, ещё нужно и с мужчинами уметь взаимодействовать.

– *Как вы считаете, возможно ли у нас меценатство в науке?*

– В сегодняшней ситуации скорее нет. Если рассматривать меценатство как качество, то это редкий случай. Сейчас фундаментальную науку разворачивают в сторону индустрии, промышленности, поиска индустриального партнёра или инвестора.

– *Ваши профессиональные планы на будущее?*

– С 2019 года мечтаю защитить докторскую диссертацию, но пока как-то не получается.

– *Как вы проводите свободное время?*

– Посвящаю прежде всего семье: встречаю, общению за столом и в кругу большой семьи с её традициями и обычаями. Это посещение незабываемых своей красотой природных мест, походы за грибами или ягодами ранним утром. Зимой получаю заряд бодрости от лыжных прогулок и созерцания красоты зимнего леса. Конечно же посещение музеев, выставок, театров, концертов, просмотров фильмов. Наверное, всё как у всех. Женщина самореализовывается тогда, когда у неё спокойная обстановка дома. Это придаёт ей двойную силу, энергию и желание работать.

Казанская химическая школа – сильнейшая в стране. Олег Сиянин в рубрике “Светила науки”⁴

В год Научно-технологического развития в Республике Татарстан – встреча корреспондентов ТНВ с известными учёными в ИОФХ им. А. Е. Арбузова

Казанская химическая школа – сильнейшая в стране. И Олег Сиянин – один из ярких её представителей. Вот уже почти полвека он посвящает себя любимой науке. Химией увлёкся ещё в школе. После – Химфак Казанского университета, аспирантура в Институте органической и физической химии им. А. Е. Арбузова, защита диссертаций – кандидатской и докторской.

Много лет Олег Сиянин возглавляет Казанскую фосфорорганическую школу. Её основоположник в России – академик Александр Ерминингельдович Арбузов. Химия фосфора – признанный бренд Казанской химической школы.

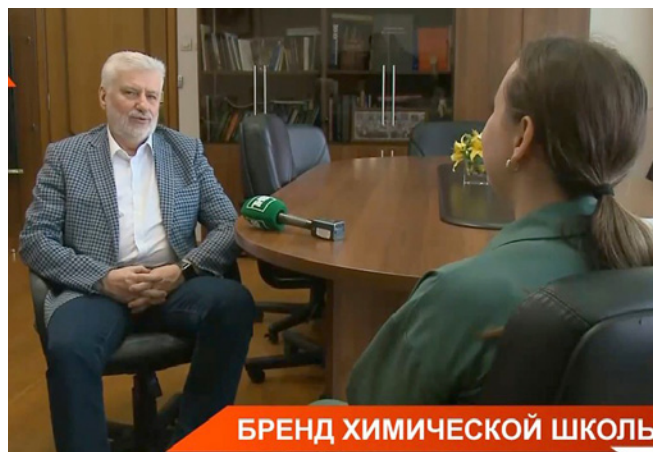
Олег Сиянин: “Сегодня стоит вопрос создания новых технологий получения фосфорорганических веществ, которые широко применяются в реальном секторе экономики, в социальной сфере. Это потенциальные лекарства, средства защиты растений”.

Олег Сиянин – выдающийся учёный в области органической и элементоорганической химии. Автор и соавтор более 1000 научных трудов – статей и монографий, более десятка авторских свидетельств и патентов. Олег Герольдович получил выдающиеся результаты в области синтеза и реакционной способности соединений трехвалентного фосфора и их применения в металлорганической и медицинской химии. Развил новое научное направление – металлокомплексный катализ в химии белого фосфора; изучил органическую химию фуллеренов – элементов для наноэлектроники; сегодня работает над созданием экологически чистых технологий.

Олег Сиянин: “Химия – наука многогранная. Особенно сегодня, когда она является неким связующим звеном между физикой, медициной, фармацевтикой, сельским хозяйством; создаёт новые направления и открывает новые возможности”.

Олег Герольдович в Институте Арбузова прошёл путь от аспиранта до директора. Сегодня он – научный руководитель ИОФХ. Наставник учеников. Под его руководством защищено 6 докторских и 15 кандидатских диссертаций.

Андрей Карасик – руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корреспондент РАН, коллега и соратник академика Олега Сиянина.



Корреспондент ТНВ беседует с академиком О. Г. Сияниным.

Андрей Карасик: “Олег Герольдович уникальный человек. Мы с ним 25 лет вместе. Совсем молодым человеком я пришёл в лабораторию. Ему удалось создать очень комфортную атмосферу, и при этом очень творческую”.

Дмитрий Яхваров – тоже ученик Олега Сиянина. Сейчас он профессор РАН, возглавляет лабораторию Металлорганических и координационных соединений. Он продолжает дело Олега Сиянина – вместе они работают уже почти 30 лет.

Дмитрий Яхваров: “Чёрный фосфор – уникальный материал для создания новых катализаторов, которые позволяют использовать воду (!) в качестве универсального топлива”.



Профессор РАН, руководитель лаборатории Металлорганических и координационных соединений Дмитрий Яхваров.

⁴ Телеканал “Новый век” – ТНВ. Корреспондент Вероника Зайнутдинова. <https://web.telegram.org/a/#931118124>



Слева направо: профессор РАН Д. Г. Яхваров, академик РАН О. Г. Синяшин, член-корреспондент РАН А. А. Карасик.



Один грамм такого чёрного фосфора стоит порядка шести миллионов рублей. В России его производят только в этой лаборатории. Получать чёрный фосфор начали только два года назад при использовании красного фосфора. Эта научная ниша ещё не исследована. В промышленность разработка пока не внедрялась. “За чёрным фосфором будущее”, – считает Дмитрий Яхваров. Во всех начинаниях его поддерживает наставник: “С Олегом Герольдовичем очень приятно работать – он ничего не запрещает, а любую новую идею принимает на “Ура”.

Большая мечта академика Олега Синяшина связана с созданием Центра академической науки, чтобы все институты Казанского научного центра РАН, которые сегодня разбросаны на семи площадках и по трём муниципальным районам, были собраны на одной территории.

Олег Синяшин – обладатель многих высоких наград. Это Премия РАН им. А. Н. Несмеянова, Премия РАН им. Л. А. Чугаева, Международная Арбузовская премия. В этом, 2024 году 12 июля, в День России, Раис Татарстана вручил Олегу Синяшину Орден Дружбы за весомый вклад в развитие отечественной науки.





Структура приводится по состоянию на 31 декабря 2024 года.

420088, Казань, Арбузова, 8
тел. +7 (843) 273-93-65
факс: +7 (843) 273-18-72; 273-22-53
e-mail: arbuzov@iopc.ru

РУКОВОДИТЕЛЬ ИНСТИТУТА

Руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова
Карасик Андрей Анатольевич,
д.х.н., проф., член-корр. РАН
тел. +7 (843) 273-93-65
внутренний тел. 40-05
факс +7 (843) 273-22-53
e-mail: karasik@iopc.ru

АППАРАТ УПРАВЛЕНИЯ

Научный руководитель Института
Синяшин Олег Герольдович
д.х.н., проф., академик РАН
тел. +7 (843) 273-93-65
внутренний тел. 40-00
факс: +7 (843) 273-18-72
e-mail: oleg@iopc.ru

Заместитель руководителя по научной работе
Хаматгалимов Айрат Раисович,
д.х.н.
факс +7 (843) 273-22-53
e-mail: ayrat_kh@iopc.ru
каб. 240

Заместитель руководителя по научной работе
Якубов Махмут Ренатович,
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 272-73-44, 272-73-92
факс +7 (843) 272-73-92
e-mail: yakubov@iopc.ru
каб. 249

Учёный секретарь

Торопчина Асия Васильевна, к.х.н.
тел. +7 (843) 27-27-333
факс: +7 (843) 273-18-72, 273-22-53
e-mail: toropchina@iopc.ru
каб. 245

Бухгалтерия

Главный бухгалтер:
Проворова Ирина Алексеевна
тел. +7 (843) 279-53-19
внутренний тел. 40-08
e-mail: irina@iopc.ru
каб. 101

Планово-экономический отдел

Начальник:
Никонова Вера Юрьевна
тел. +7 (843) 279-47-94
внутренний тел. 40-07
e-mail: plan@iopc.ru
каб. 247

Отдел кадров

Начальник:
Габутдинова Лилия Кодусовна
тел. +7 (843) 272-74-64
внутренний тел. 40-63
факс +7 (843) 273-18-72
e-mail: kadry@iopc.ru
каб. 140

Ведущий специалист по охране труда:

Миронова Ирина Рафаэлевна
тел. +7 (843) 272-75-72
внутренний тел. 41-06
e-mail: ohranat@iopc.ru
каб. 301

Отдел документационного и информационного обеспечения*Начальник:*

Анисимова Екатерина Валерьевна
тел. +7 (843) 273-93-65
внутренний тел. 40-01
e-mail: arbuzov@iopc.ru, priem@iopc.ru

Отдел организации государственных закупок*Начальник:*

Милукова Юлия Валентиновна
тел. +7 (843) 272-81-65
внутренний тел. 41-11
факс: (843) 272-81-65
e-mail: miluykova@iopc.ru; order@iopc.ru

Отдел информационной безопасности, телекоммуникаций и сетевых технологий (ИБТСТ)*Ведущий инженер-программист:*

Зарипов Александр Наильевич
тел.: (843) 272-75-74
e-mail: aleksandr_zaripov@iopc.ru; support@iopc.ru

УЧЁНЫЙ СОВЕТ

Учёный совет ИОФХ им. А. Е. Арбузова избран на конференции научных работников 18 мая 2023 г. и утверждён приказом руководителя Института № ОСП/3-72 от 19 мая 2023. Учёный совет действует в составе 26 человек.

Председатель совета

Карасик Андрей Анатольевич
д.х.н., профессор, член-корр. РАН
тел. +7 (843) 273-93-65
внутренний тел. 40-05
e-mail: karasik@iopc.ru

Учёный секретарь совета

Торопчина Асия Васильевна, к.х.н.
тел. +7 (843) 27-27-333
факс: +7 (843) 273-18-72, 273-22-53
e-mail: toropchina@iopc.ru

Члены совета

Антипин Игорь Сергеевич
д.х.н., проф., член-корр. РАН
тел. +7 (843) 272-73-94
внутренний тел. 41-01
e-mail: igor.antipin@ksu.ru

Бурилов Александр Романович
д.х.н., проф.
тел. +7 (843) 272-73-24
внутренний тел. 41-12
e-mail: burilov@iopc.ru

Калинин Алексей Александрович
д.х.н.
e-mail: kalinin@iopc.ru

Бабаев Василий Михайлович
к.х.н.
тел. +7 (843) 273-22-83
внутренний тел. 41-13
e-mail: babaev@iopc.ru

Волошина Александра Дмитриевна
к.б.н.
тел. +7 (843) 273-93-64
e-mail: microbi@iopc.ru

Катаев Владимир Евгеньевич
д.х.н., проф.
тел. +7 (843) 272-75-73
внутренний тел. 40-36
e-mail: kataev@iopc.ru,
e-mail: kataev57@yandex.ru

Балакина Марина Юрьевна
д.х.н.
тел. +7 (843) 272-73-43
внутренний тел. 40-55
e-mail: marina@iopc.ru

Газизов Альмир Сабирович
д.х.н.
тел. +7 (843) 272-73-44
e-mail: agazizov@iopc.ru

Латыпов Шамиль Камильевич
д.х.н.
тел. +7 (843) 273-18-92
внутренний тел. 40-50
e-mail: lsk@iopc.ru

Будникова Юлия Германовна
д.х.н.
тел. +7 (843) 279-53-35
внутренний тел. 41-16
e-mail: yulia@iopc.ru

Захарова Люция Ярулловна
д.х.н., проф.
тел. +7 (843) 273-22-93
внутренний тел. 41-27
e-mail: lucia@iopc.ru

Лодочникова Ольга Александровна
к.х.н.
тел. +7 (843) 272-75-73
внутренний тел.: 41-03
e-mail: olga@iopc.ru

Мамедов Вахид Абдулла-оглы
д.х.н., проф.
тел. +7 (843) 272-73-04
внутренний тел. 40-30
e-mail: mamedov@iopc.ru

Милуков Василий Анатольевич
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 273-93-44
e-mail: vasili.miluykov@iopc.ru
e-mail: vasili.miluykov@mail.ru

Миронов Владимир Фёдорович
д.х.н., проф., член-корр. РАН
тел. +7 (843) 272-73-84
внутренний тел. 40-76
e-mail: mironov@iopc.ru

Мусина Эльвира Ильгизовна
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 273-48-93
e-mail: elli@iopc.ru

Мустафина Асия Рафаэловна
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 273-45-73
внутренний тел. 40-75
e-mail: asiya@iopc.ru

Петров Константин Александрович
к.х.н.
тел. +7 (843) 273-93-64
e-mail: kpetrov2005@mail.ru

Ризванов Ильдар Хамидович
к.х.н.
тел. +7 (843) 273-22-83
внутренний тел. 40-40
e-mail: rizvanov@iopc.ru

Семёнов Вячеслав Энгельсович
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 279-47-09
e-mail: sve@iopc.ru

Синяшин Олег Герольдович
д.х.н., профессор, академик РАН
тел. +7 (843) 273-93-65
e-mail: oleg@iopc.ru

Хаматгалимов Айрат Раисович
д.х.н.
тел. +7 (843) 273-22-53
e-mail: ayrat_kh@iopc.ru

Якубов Махмут Ренатович
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 272-73-44
+7 (843) 272-73-92
внутренний тел. 40-20
e-mail: yakubov@iopc.ru

Яхваров Дмитрий Григорьевич
д.х.н., профессор РАН
тел. +7 (843) 273-48-93
e-mail: yakhvar@iopc.ru

ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ

Перечень специальностей, по которым диссертационному совету 24.1.225.01 разрешено проводить защиту диссертаций на соискание учёной степени доктора наук и кандидата наук:

1.4.3. Органическая химия

1.4.4. Физическая химия

1.4.8. Химия элементоорганических соединений

Состав совета 24.1.225.01 (Д 022.004.02)

1. Синяшин Олег Герольдович (председатель)
доктор химических наук,
действительный член РАН, профессор
1.4.8.
2. Захарова Люция Ярулловна
(заместитель председателя)
доктор химических наук, профессор
1.4.4.
3. Литвинов Игорь Анатольевич
(заместитель председателя)
доктор химических наук, профессор
1.4.8.
4. Семёнов Вячеслав Энгельсович
(заместитель председателя)
доктор химических наук, доцент
1.4.3.
5. Торопчина Асия Васильевна
(учёный секретарь)
кандидат химических наук
1.4.4.

Члены совета:

6. Антипин Игорь Сергеевич
доктор химических наук,
член-корреспондент РАН, профессор
1.4.4.
7. Балакина Марина Юрьевна
доктор химических наук
1.4.4.
8. Будникова Юлия Германовна
доктор химических наук
1.4.8.
9. Бурилов Александр Романович
доктор химических наук, профессор
1.4.8.
10. Газизов Альмир Сабирович
доктор химических наук
1.4.3.
11. Губайдуллин Айдар Тимергалиевич
доктор химических наук
1.4.4.
12. Жукова Наталья Анатольевна
доктор химических наук
1.4.3.
13. Калинин Алексей Александрович
доктор химических наук
1.4.3.
14. Карасик Андрей Анатольевич
доктор химических наук,
член-корреспондент РАН, профессор
1.4.8.

15. Латыпов Шамиль Камильевич
доктор химических наук
1.4.4.
16. Мамедов Вахид Абдулла оглы
доктор химических наук, профессор
1.4.3.
17. Миронов Владимир Фёдорович
доктор химических наук,
член-корреспондент РАН, профессор
1.4.8.
18. Мусина Эльвира Ильгизовна
доктор химических наук, доцент
1.4.8.
19. Мустафина Асия Рафаэлевна
доктор химических наук, доцент
1.4.4.
20. Соловьёва Светлана Евгеньевна
доктор химических наук, доцент
1.4.3.
21. Хаматгалимов Айрат Раисович
доктор химических наук
1.4.4.
22. Чугунова Елена Александровна
доктор химических наук
1.4.3.
23. Якубов Махмут Ренатович
доктор химических наук, доцент
1.4.4.
24. Яхваров Дмитрий Григорьевич
доктор химических наук, профессор РАН, доцент
1.4.8.

НАУЧНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР НЕЙРОХИМИИ И ФАРМАКОЛОГИИ

Руководитель: Петров Константин Александрович,
к.х.н.

тел. +7 (843) 273-93-64

e-mail: kpetrov2005@mail.ru

Лаборатория Химико-биологических исследований

Заведующий: Зобов Владимир Васильевич,

д.б.н., профессор

тел. +7 (843) 272-73-83

e-mail: zobov@iopc.ru

Лаборатория Химии нуклеотидных оснований

Заведующий: Семёнов Вячеслав Энгельсович,

д.х.н., доцент

тел. +7 (843) 279-47-09

e-mail: sve@iopc.ru

Лаборатория Микробиологии

Заведующий: Волошина Александра Дмитриевна,

к.б.н.

тел. +7 (843) 273-93-64

e-mail: microbi@iopc.ru

Лаборатория Нейрофизиологии

Заведующий: Петров Константин Александрович

к.х.н.

тел.: +7 (843) 273-93-64

e-mail: kpetrov2005@mail.ru

КОЛЛЕКТИВНЫЙ СПЕКТРО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИЗУЧЕНИЯ СТРОЕНИЯ, СОСТАВА И СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Руководитель: Ризванов Ильдар Хамидович,
к.х.н.

тел. +7 (843) 273-22-83

внутренний тел. 41-40

e-mail: rizvanov@iopc.ru

каб. 235

Лаборатория Дифракционных методов исследования

Заведующий: Лодочникова Ольга Александровна,

к.х.н.

тел. +7 (843) 272-75-73

внутренний тел. 40-44

e-mail: olga@iopc.ru

каб. 214

Лаборатория Радиоспектроскопии

Заведующий: Ризванов Ильдар Хамидович

к.х.н.

тел. +7 (843) 273-22-83

внутренний тел. 41-40

e-mail: rizvanov@iopc.ru

каб. 235

Лаборатория Физико-химического анализа

Заведующий: Бабаев Василий Михайлович,

к.х.н.

тел. +7 (843) 272-73-34

внутренний тел. 41-13

e-mail: babaev@iopc.ru

каб. 114

ОТДЕЛ ЭКОЛОГИИ

Руководитель: Синяшин Олег Герольдович
д.х.н., профессор, академик РАН
тел. +7 (843) 273-93-65
e-mail: oleg@iopc.ru

Центр компетенции в сфере обеспечения экологической безопасности на промышленных объектах Республики Татарстан
Помощник руководителя:
Синяшин Кирилл Олегович

Центр химико-аналитических исследований
Начальник: Гоголашвили Эдуард Лаврентьевич
к.х.н.
тел. +7 (843) 272-72-73
внутренний тел. 7-40
e-mail: gogolashvili@iopc.ru; e_gogolashvili@mail.ru
каб. 201 (новый корпус)

Лаборатория физико-химической экологии
Заведующий: Низамеев Ирек Рашатович
к.х.н.
e-mail: irek.rash@gmail.com
каб. 118

Лаборатория переработки растительного сырья для экологически чистого агрохозяйства
Заведующий: Никитин Евгений Николаевич
к.х.н.
e-mail: berkutru@mail.ru

Лаборатория Фосфорорганических лигандов
Заведующий: Карасик Андрей Анатольевич,
д.х.н., профессор, член-корр. РАН
тел. +7 (843) 273-93-65
внутренний тел. 40-05
факс +7 (843) 273-22-53
e-mail: karasik@iopc.ru

Лаборатория Функциональных материалов
Заведующий: Балакина Марина Юрьевна,
д.х.н.
тел. +7 (843) 272-73-43
внутренний тел. 40-55
e-mail: marina@iopc.ru
каб. 205

Лаборатория Высокоорганизованных сред
Заведующий: Захарова Люция Ярулловна,
д.х.н., профессор
тел. +7 (843) 273-22-93
внутренний тел. 41-27
e-mail: lucia@iopc.ru
каб. 306

Лаборатория Электрохимического синтеза
Заведующий: Будникова Юлия Германовна,
д.х.н.
тел. +7 (843) 279-53-35
внутренний тел. 41-16
e-mail: yulia@iopc.ru
каб. 210

Лаборатория Физико-химии супрамолекулярных систем
Заведующий: Мустафина Асия Рафаэлевна,
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 273-45-73
внутренний тел. 40-75
e-mail: asiya@iopc.ru
каб. 427

Лаборатория Химии и геохимии нефти
Заведующий: Ганеева Юлия Муратовна,
д.х.н.
тел. +7 (843) 231-91-65
e-mail: ganeeva@iopc.ru
каб. 339

Лаборатория Переработки нефти и природных битумов
Заведующий: Якубов Махмут Ренатович,
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 272-73-44; 272-73-92
внутренний тел. 40-20
e-mail: yakubov@iopc.ru
каб. 249

Лаборатория Металлоорганических и координационных соединений
Заведующий: Яхваров Дмитрий Григорьевич,
д.х.н., профессор РАН
тел. +7 (843) 273-48-93
e-mail: yakhvar@iopc.ru
каб. 409

Лаборатория Химии каликсаренов
Заведующий: Антипин Игорь Сергеевич,
д.х.н., профессор, член-корр. РАН,
тел. +7 (843) 272-73-94
внутренний тел. 41-01
e-mail: igor.antipin@ksu.ru
каб. 431

Лаборатория Фосфорсодержащих аналогов природных соединений
Заведующий: Миронов Владимир Фёдорович,
д.х.н., профессор, член-корр. РАН,
тел. +7 (843) 272-73-84
внутренний тел. 40-76
e-mail: mironov@iopc.ru
каб. 304

Лаборатория Элементоорганического синтеза
им. А. Н. Пудовика
Заведующий: Бурилов Александр Романович,
д.х.н., профессор
тел. +7 (843) 272-73-24
внутренний тел. 41-12
e-mail: burilov@iopc.ru
каб. 234

Лаборатория Химии гетероциклических соединений
Заведующий: Мамедов Вахид Абдулла-оглы,
д.х.н., профессор
тел. +7 (843) 272-73-04
внутренний тел. 40-30
e-mail: mamedov@iopc.ru
каб. 206

Технологическая лаборатория
Заведующий: Милуков Василий Анатольевич,
д.х.н., доцент
тел. +7 (843) 273-93-44
факс (843) 273-18-72
e-mail: vasili.miluykov@iopc.ru; vasili.miluykov@mail.ru
каб. 209, лаб. корпус

Лаборатория Редокс-активных молекулярных систем
Заведующий: Чугунова Елена Александровна,
д.х.н.
e-mail: chugunova.e.a@gmail.com
тел. +7 (843) 273-18-72
каб. 229

Лаборатория Физикохимии высокомолекулярных
нефтяных компонентов
Заведующий: Борисов Дмитрий Николаевич,
к.х.н.
тел. +7 (843) 272-73-44
e-mail: borisov@iopc.ru
каб. 338

Лаборатория Элементоорганических соединений
и полимеров
Заведующий: Загидуллин Алмаз Анварович
к.х.н.
e-mail: zagidullin@iopc.ru
каб. 207, лаб. корпус

НАУЧНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Научная библиотека
Заведующий:
Звонкович Оксана Георгиевна
тел. +7 (843) 273-23-92
внутренний тел. 40-53
e-mail: zvonkovich.oksana@iopc.ru
каб. 323

Научный архив
Заведующий:
Голубкова Валентина Александровна
тел. +7 (843) 272-25-52
e-mail: archive@iopc.ru
каб. 123

Дом-музей академиков А. Е. и Б. А. Арбузовых
420012, Катановский пер., 8
Директор:
Кореева Наталья Сергеевна
тел. +7 (843) 236-55-22
e-mail: arbuzmus@yandex.ru

ВСПОМОГАТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Отдел комплексного обслуживания зданий, сооружений,
инженерных сетей и оборудования.
Сектор главного энергетика:
Суглин Алексей Александрович
e-mail: suglin73@mail.ru

Группа обеспечения безопасности
Начальник:
Конаков Владимир Ильич
тел. +7(843) 279-47-19
внутренний тел. 40-62

Автотранспортная группа
Абдурахманов Рашит Нурутдинович
Димиев Тагир Азгафович

Хозяйственный участок
Комендант:
Зарипова Роза Гумеровна

База отдыха "Голубой залив"
Куратор:
Ктомас Светлана Викторовна
тел. +7 (843) 231-91-74
внутренний тел. 40-50

Здравпункт

Терапевт:

Белова Галина Ильинична

тел. +7 (843) 273-22-63

каб. 139

ХОЗРАСЧЁТНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

ЦЕНТР НЕФТЕГАЗОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, АНАЛИЗА
И РАЗРАБОТОК

Руководитель:

Борисов Дмитрий Николаевич,

к.х.н.

тел. +7(843)272-73-44

e-mail: borisov@iopc.ru

каб. 338

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Базовая кафедра Химии нефти Института геологии и
нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского)
федерального университета

Заведующая кафедрой:

Ганеева Юлия Муратовна,

д.х.н.

тел. +7 (843) 231-91-65

e-mail: ganeeva@iopc.ru

каб. 339

Сектор мониторинга публикационной активности
ФИЦ КазНЦ РАН

Черезова Светлана Васильевна

тел. +7 (843) 273-23-92

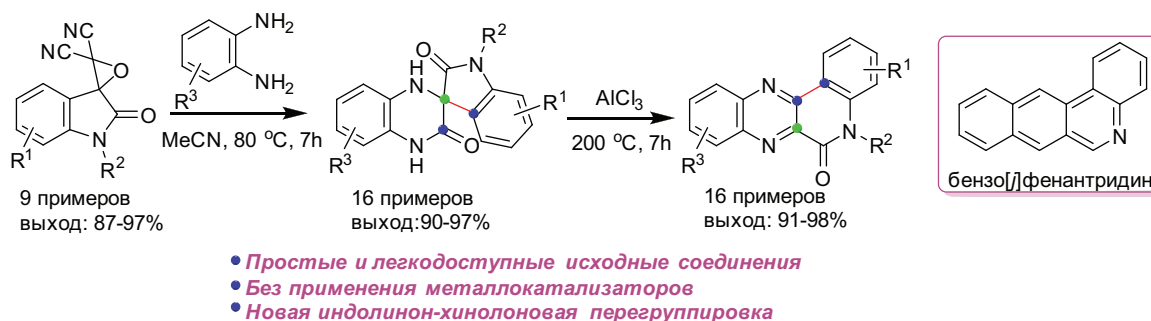
каб. 447

Важнейшие результаты научной деятельности ИОФХ им. А. Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН, утверждённые Учёным советом ИОФХ на заседании от 6 ноября 2024 г. (протокол № 10)

I.

Разработан удобный метод синтеза конденсированных бигетероциклических систем – хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6-онов – диазаналогов бензо[*j*]фенантридинов, являющихся

основой многих природных соединений и лекарственных средств. Метод базируется на новой индолинон-хинолиноновой перегруппировке в ряду спиро[индолин-3,2'-хиноксалин]-2,3'-дионов, легко получаемых из изатин-3-онов, малонитрила и 1,2-фенилендиамин-3-она.



Авторский коллектив: Мамедов В.А., Галимуллина В.Р., Сякаев В.В., Шамсутдинова Л.Р., Сергеев М.А., Ризванов И.Х., Губайдуллин А.Т., Синяшин О.Г.

Аннотация. Фенантридиновые и бензофенантридиновые каркасы присутствуют во многих биологически активных природных соединениях и фармацевтических продуктах. Они демонстрируют хорошее ингибиро-

вание ДНК-топоизомеразы **I** и представляют потенциальную ценность в противоопухолевой терапии. Хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6(5*H*)-оны и хинолино[3,4-*b*]хиноксалины, такие как 5-(3-(диметиламино)пропил)хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6(5*H*)-он (**I**) и *N*¹,*N*¹-диметил-*N*⁴-(хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6-ил)бутан-1,4-диамин (**II**), также продемонстрировали высокую активность в ингибировании топоизомеразы **IIa** (Торо **IIa**) и стабилизации G-квадруплекса (рис. 1).

Хотя хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6(5*H*)-оны имеют важное применение в органическом синтезе и фармацевтической химии, поиск литературы выявил ограниченное число работ, посвящённых их систематическому построению (схема 1).

Несмотря на то, что описанные стратегии синтеза эффективны, они имеют и ряд недостатков.

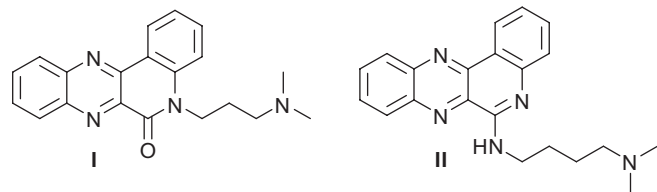
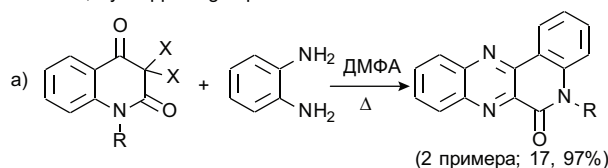


Рис. 1. Важные представители хинолино[3,4-*b*]хиноксалинов.

Известные методы:

1967, by Fournier and Decombe's group

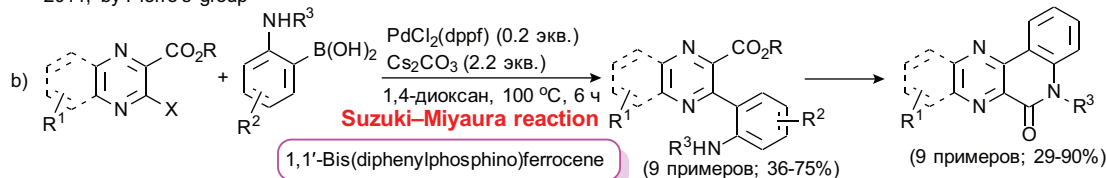
1968, by Kappe's group



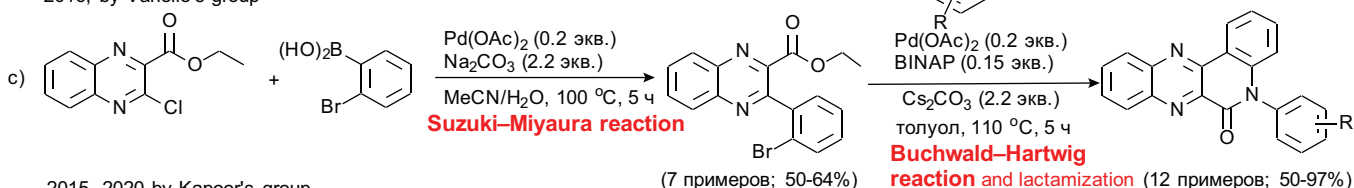
(2 примера; 17, 97%)

(3 примера; X = Cl (34%), OH (100%), NC₄H₈O (100%)

2011, by Pierre's group



2016, by Vanelle's group

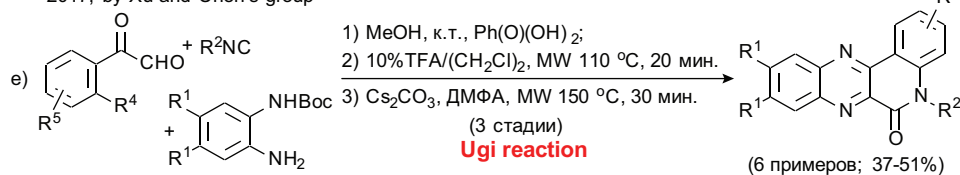


2015, 2020 by Kapoor's group

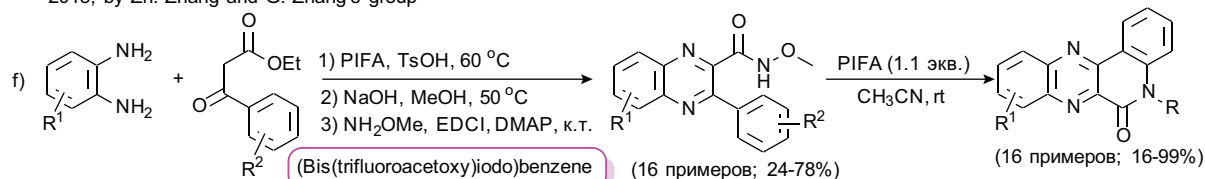


2,2'-Bis(diphenylphosphino)-1,1'-binaphthyl

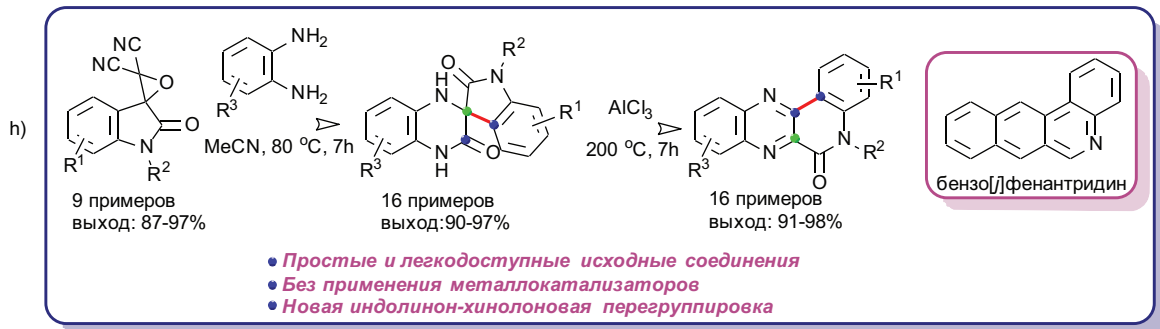
2017, by Xu and Chen's group



2018, by Zh. Zhang and G. Zhang's group



Наш метод:

Схема 1. Методы синтеза хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6(5*H*)-онов.

Перегруппировка (тип I)
хиноксалинонов в гетарилбенизмидазолы

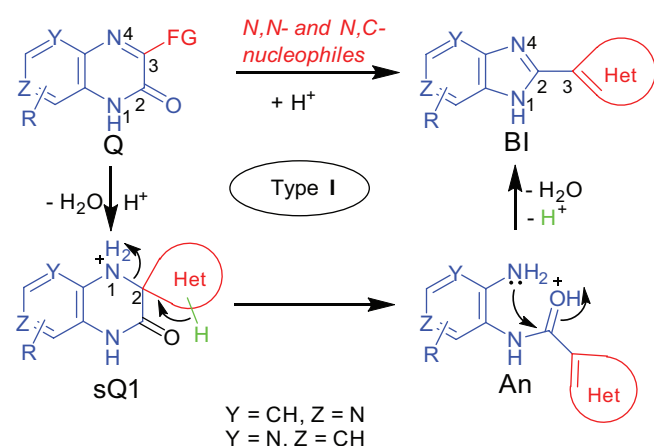


Схема 2. Схематическое представление перегруппировки через спиро-хиноксалиноны по крайней мере с одним подвижным атомом водорода в спирообразующем фрагменте.

В первом случае необходимо иметь не очень доступные производные хинолинов (схема 1a). Во втором – требуются не только не очень доступные галогенированные производные хиноксалинкарбоновых кислот, но и соответствующие производные аминотетрабороновой кислоты для синтеза ключевых соединений по реакции Сузуки-Мияуры, которые подвергаются лактамизации с образованием хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6(5*H*)-онов (схема 1b). В третьем – метод включает в себя уже две металлокатализируемые стадии: реакцию Сузуки-Мияуры (C-C кросс-сочетания) и реакцию Бухвальда-Хартвика (C-N кросс-сочетания), и последующую лактамизацию (схема 1c). В четвертом – метод включает в себя перегруппировку Бекмана с участием 11*H*-индено[1,2-*b*]хиноксалин-11-она, который тоже синтезируется с использованием реакции Сузуки-Мияуры (схема 1d). В пятом случае метод включает мульти-компонентную реакцию Уги, которая, как правило, протекает с невысокими выходами (31–51%, схема 1e). В шестом – метод требует дорогостоящего реагента (бис(трифторацетокси)йодо)бензола для окислительного N-C сочетания (схема 1f).

Разработка новых эффективных, экономичных, экологически чистых методов синтеза хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6-онов по-прежнему остаётся актуальной задачей. В связи с этим в продолжение наших работ по кислотно-катализируемым перегруппировкам гетероциклов мы представляем внутримолекулярную перегруппировку спиро[индолин-3,2'-хиноксалин]-2,3'-дионов в хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6-оны. Различные функционализированные производные изатина, используемые для получения спиро[индолин-3,2'-хиноксалин]-2,3'-дионов, были получены методом Сандмейера.

Чтобы было понятно, в чём фишка, коротко в двух словах приводим стратегию синтеза. Уже хорошо из-

Перегруппировка (тип II)
хиноксалинонов в гетарилбенизмидазолы

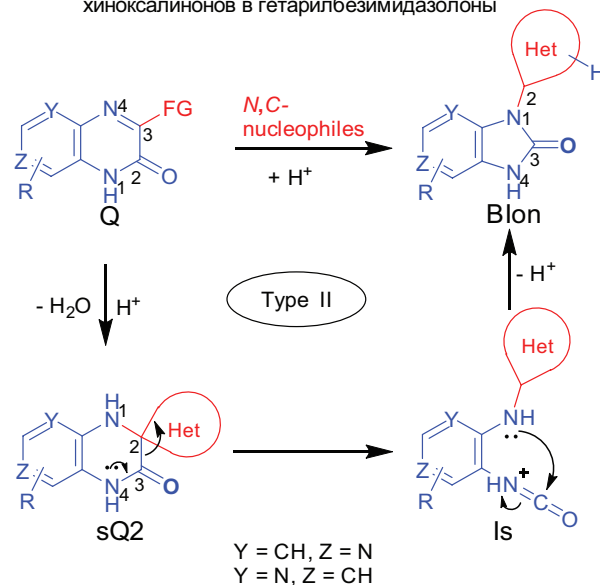
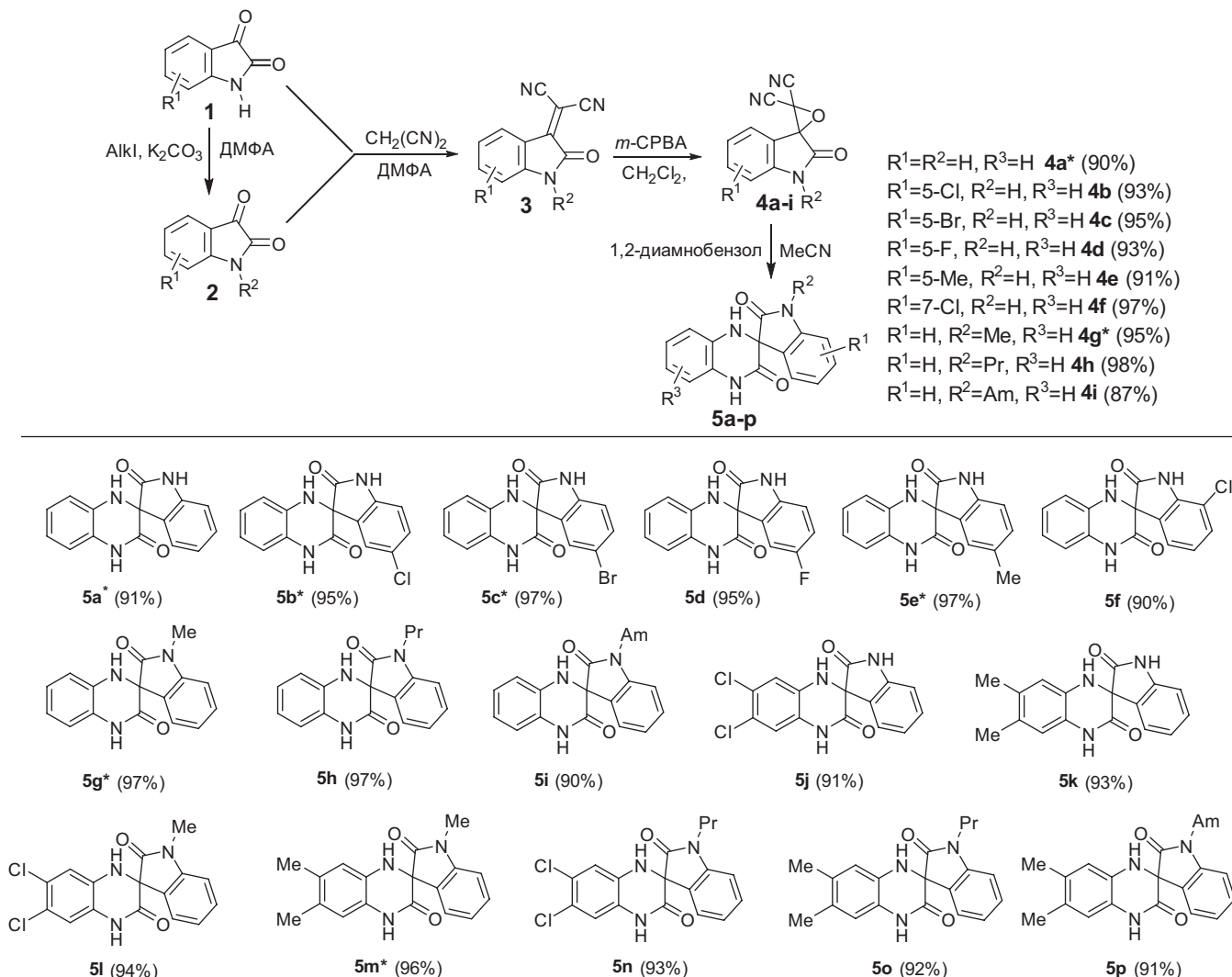


Схема 3. Схематическое представление перегруппировки через спиро-хиноксалиноны без подвижного атома водорода в спирообразующем фрагменте.

вестно, что перегруппировки хиноксалинонов и их азааналогов под действием бинуклеофилов, которые исследуются в нашей лаборатории, протекают через спиропроизводные хиноксалинонов типов **sQ1** или **sQ2** (схемы 2, 3), причём на множестве примеров показано, что если образующийся спирогетероциклический фрагмент содержит хотя бы один подвижный атом водорода (**sQ1** на схеме 2), перегруппировка завершается образованием гетарилбензимидазола (**BI**), но, если спирогетероциклический фрагмент не содержит подвижного атома водорода (**sQ2** на схеме 3), образуются гетарилбензимидазолы (**Blon**).

При этом в первом случае перегруппировка протекает через *орто*-аминоанилиды гетарилкарбоновых кислот (**An**, схема 2), во втором случае через *орто*-изацианато фенилгетариламины (**Is**, схема 3).

В данной работе мы пытались выяснить, пойдёт ли перегруппировка, если исключить возможность образования промежуточных соединений **An** и **Is**. Чтобы ответить на этот вопрос необходимо было синтезировать такие производные спирохиноксалинонов, которые не подвергались бы представленным на этих схемах перегруппировкам, то есть не при каких обстоятельствах не произошло бы раскрытие пиразиновой системы, ни с расщеплением N1-C2 связи, которое происходит в первом случае, ни с расщеплением C2-C3 связи, которое происходит во втором случае. Проанализировать все возможные подходы к синтезу спиропроизводных хиноксалинонов и структуры предполагаемых соединений, мы остановились на представленном на схеме 4 варианте. Отметим, что мы



Реагенты и условия: а) изатин **1** (7 ммоль, 1 экв.), RI (1.2 экв.), K_2CO_3 (1.2 экв.), 10 мл ДМФА 0 °С, 2 ч → 35 °С, 4 ч; б) изатин **1** или **2** (7 ммоль, 1 экв.), малононитрил (3 экв.), 15 мл ДМФА, к.т., 24 ч; в) изатилиденемалононитрил **3** (5 ммоль, 1 экв.), *m*-CPBA (2 экв.), 50 мл CH_2Cl_2 , к.т., 24 ч; д) *гем*-дициано эпексид **4** (52 ммоль, 1 экв.), 1,2-диамнобензол (1 экв.), 30 мл MeCN, 80 °С, 21 ч. *Известные соединения.

Схема 4. Синтез спиро[индолин-3,2'-хиноксалин]-2,3'-дионов **5** на основе изатинов **1**, **2** через изатилиденемалононитрилы **3** и *гем*-дицианоэпоксиды **4**.

использовали производные изатина **1** и **2** на начальных стадиях, а не производные хиноксалинонов, как обычно делали, что является новшеством данной работы.

Для синтеза спиро[индолин-3,2'-хиноксалин]-2,3'-дионов **5** мы модифицировали схему, предложенную группой Арай, используя более доступные реагенты и более мягкие условия на стадиях (а), (б) и (в) (схема 2). Изатины **1** (а) алкилировали йодалканами в присутствии карбоната калия в ДМФА. Синтез изатилиденемалононитрилов **3** (б) из изатина **1** и его алкилпроизводных **2** проводили в ДМФА при комнатной температуре. На стадии синтеза *гем*-дицианоэпоксидов **4** (в) в качестве окислителя вместо гидропероксида кумола использовали *m*-хлорпербензойную кислоту, причём без применения хирального катализатора, поскольку для дальнейших

исследований не имело значения, будут ли соединения **5** хиральными или нет.

Спирохиноксалиноны **5** оказались настолько устойчивыми, что в условиях, которые мы использовали раньше для перегруппировки, не подвергались изменению (см. рамку в схеме 5). Однако с высокими выходами перегруппировка происходила под действием хлористого алюминия при 200 °С в течение 7 ч. Причём она идёт не с раскрытием пиазинонового кольца с разрывом N1-C2 или C2-C3 связей, как это мы наблюдали в предыдущих случаях, а с разрывом C2-C3а связи спирофрагмента, что является фундаментально новым свойством спиропроизводных. В результате этого разрыва с выбросом молекулы воды реализуется индолинон-хинолиноновая перегруппировка, ведущая к образованию хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6-онов.

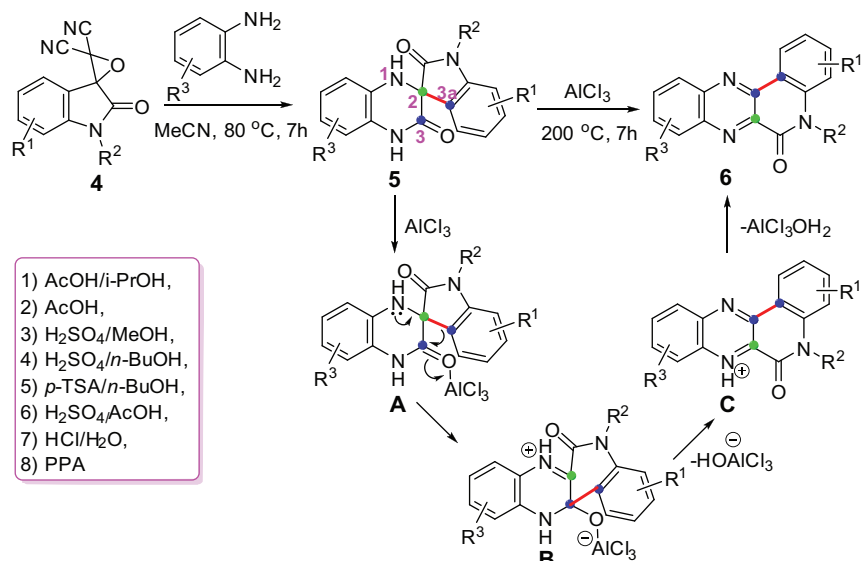


Схема 5. Вероятный механизм индолинон-хинолиноновой перегруппировки.

Метод позволяет ввести разнообразные заместители R в указанные положения. На данный момент синтезировано 20 конденсированных бигетероциклов **6** (схема 6).

Структуры синтезированных соединений установлены с использованием комплекса физико-химических

методов (ЯМР ¹H и ¹³C с использованием экспериментов ¹H-¹H COSY, HSQC и HMBC, ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии электронной ионизации (ЭИ-МС), а структуры **6l** и **6n** были подтверждены методом РСА (рис. 2).

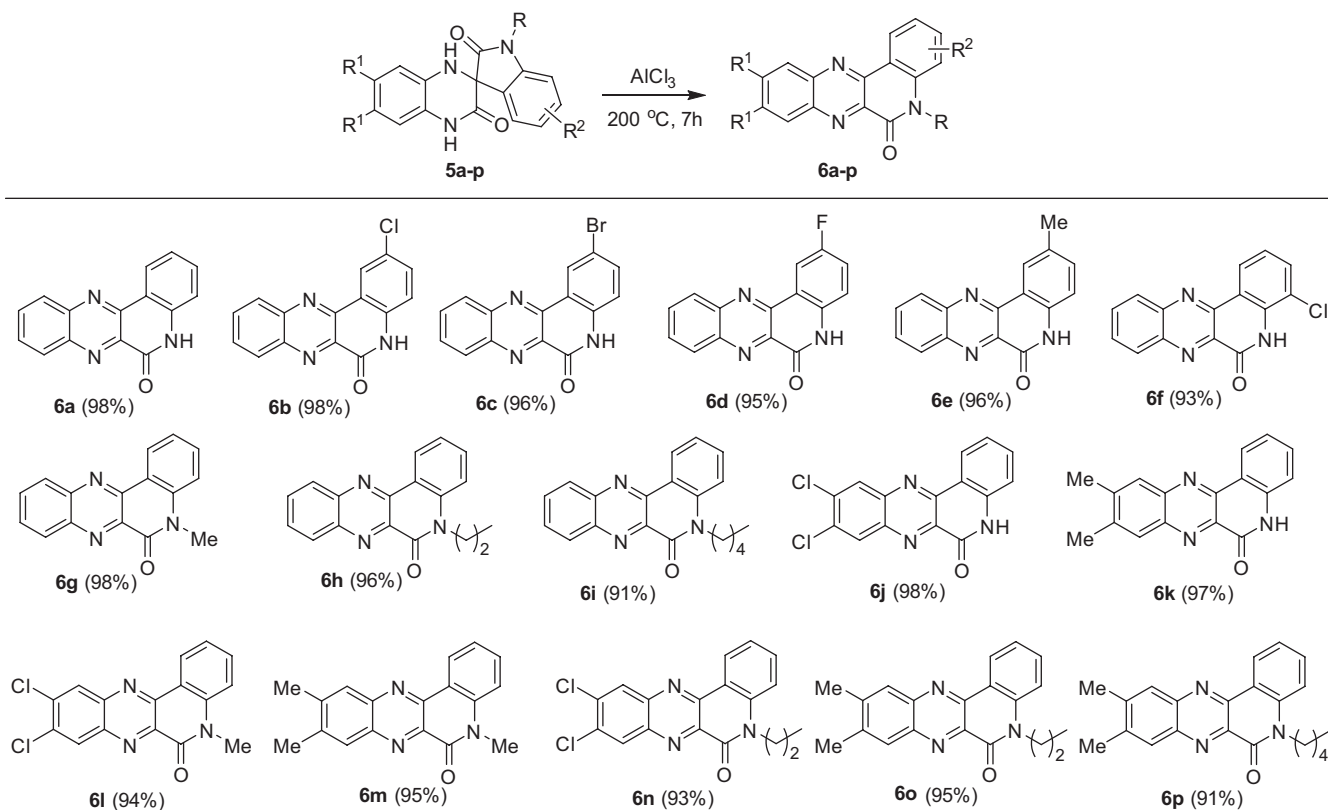


Схема 6. Границы применения перегруппировки спиро[индолин-3,2'-хиноксалин]-2,3'-дионов **5** в синтезе хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6-онов **6**.

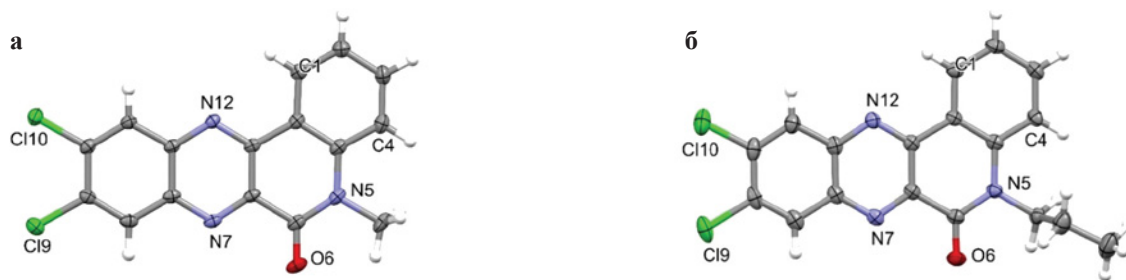


Рис. 2. ОРТЭП-Вид молекул **6l** (а) и **6n** (б) в кристаллах с частичной схемой нумерации.

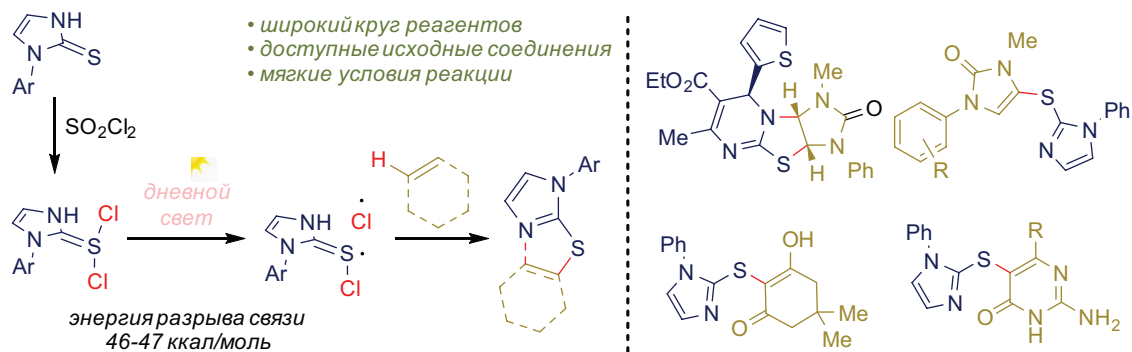
Таким образом, в результате новой индолинон-хинолиноновой перегруппировки, протекающей с расширением кольца в спиро[индолин-3,2'-хиноксалин]-2,3'-дионах под действием порошкообразного AlCl_3 без использования растворителей с количественными выходами получены хинолино[3,4-*b*]хиноксалин-6-оны.

Публикации:

1. Mamedov V.A., Galimullina V.R., Qu Z.-W., Zhu H., Syakaev V.V., Shamsutdinova L.R., Sergeev M.A., Rizvanov I. Kh., Gubaidullin A.T., Sinyashin O.G., Grimme S. *AlCl_3 -promoted intramolecular indolinone-quinolone rearrangement of spiro[indoline-3,2'-quinoxaline]-2,3'-diones: Easy Access to quinolino[3,4-*b*]quinoxalin-6-ones* // J. Org. Chem. – 2024. – Vol. 89. – P. 898-917. doi 10.1021/acs.joc.3c01906. Q1

2.

Разработан метод синтеза неизвестного ранее класса соединений – имидазо[4',5':4,5]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-2-онов – на основе новой реакции гипервалентных производных серы – дихлорсульфурилиденов с гетероциклическими и ароматическими нуклеофилами, а также с 1,3-дикарбонильными соединениями. Показано, что реакция осуществляется под действием света, носит цепной свободнорадикальный характер, а ключевым фактором, обеспечивающим возможность её протекания, является исключительно низкая энергия гомолитического разрыва связи S-Cl. Метод позволяет получить биологически активные соединения, обладающие цитотоксичностью в отношении опухолевых клеточных линий, сравнимой с доксорубицином, однако значительно менее токсичные для нормальной клеточной линии человека.



Авторский коллектив: Бурилов А.Р., Газизов А.С., Смолобочкин А.В., Кузнецова Е.А., Лодочникова О.А., Герасимова Д.П., Герасимова Т.П., Морозов В.И., Пудовик М.А.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 21-73-20020.

Аннотация. Разработка методов СН-функционализации алкенов, аренов и структурно родственных им соединений является одной из важнейших задач органической химии и привлекает внимание большого числа химиков-синтетиков всего мира. Для решения этой задачи широко используются производные гипервалентного йода, которые применяют-

ся для функционализации самого разнообразного круга субстратов – енаминов, енонов, гетероциклических и ароматических соединений. В отличие от химии производных гипервалентного йода, химия их серосодержащих аналогов – сульфуренов – значительно менее изучена. Чаще всего они используются в органическом синтезе в качестве дегидратирующих агентов, при этом подавляющая часть работ основана на использовании единственного их представителя – сульфурена Мартина. Стоит также отметить взаимодействие дигало(имидазолий)сульфуренов с реактивами Иоцича и триметилсилилцианидом, опи-

санное, однако, всего в двух работах. В целом, реакции сульфуранов весьма немногочисленны, а примеры их взаимодействия с соединениями, содержащими кратные связи, в литературе и вовсе отсутствуют. С учётом этого, мы решили восполнить этот пробел в знаниях, используя дигалогенсульфураны в качестве легкодоступных трехкоординированных производных гипервалентной серы.

Для синтеза исходного дигалогенсульфурана нами был использован ранее описанный подход – взаимодействие имидазолин-2-тионов с сульфурилхлоридом. Предварительные эксперименты показали, что обработка 1-фенилимидазолин-2-тиона сульфурилхлоридом в растворе хлороформа при комнатной температуре и последующее добавление в реакционную смесь 1-фенил-3-метиylimидазолин-2-она действительно приводит к образованию продукта сульфенилирования – ((имидазол-2-ил)тио)-имидазолин-2-она – с выходом 45%. Структура полученного соединения и положение заместителя в имидазолин-2-оновом цикле были подтверждены данными рентгеноструктурного анализа. Дальнейшая оптимизация условий реакции позволила повысить выход целевого соединения до 80%. Следует отметить высокую региоселективность этой реакции – несмотря на возможность образования двух региоизомеров, она приводит исключительно к одному из них.

Выявив наиболее оптимальные условия реакции, мы приступили к расширению круга вовлекаемых в неё имидазолин-2-онов. Реакция имидазолин-2-онов, содержащих как донорные, так и акцепторные заместители в арильном фрагменте, гладко приводит к образованию целевых бис(имидазолил)сульфидов. Влияние природы заместителя в ароматическом фрагменте имидазолин-2-она на протекание реакции носит не вполне ясный характер. С одной стороны, в ряду галогенов наблюдается явно выраженная тенденция к увеличению выхода продукта с уменьшением электроноакцепторности заместителя в *пара*-положении. С другой – наличие донорных *n*-метильной и *n*-метоксильной групп также приводит к снижению выхода целевых соединений. Несомненно, однако, что положение заместителя играет важную роль – выходы бис(имидазолил)сульфидов, имеющих как донорную, так и акцепторную группы в *мета*-положении ароматического цикла, заметно ниже. Примечательно, что во всех без исключения случаях наблюдалось образование лишь одного региоизомера из двух возможных. Отметим также, что арильный заместитель в имидазолиноновом фрагменте может быть с успехом заменён на фрагмент тиофена.

В дальнейшем мы расширили эту реакцию не только на производные имидазолин-2-тиона, но и на тетрагидропиримидин-2-тионы. Продуктами в этом случае оказались ранее неизвестные трициклические производные имидазо[4',5':4,5]тиазоло[3,2-*a*]пиримидин-2-она. Реакция протекала с весьма хорошими общими выходами продуктов (68–83%), однако приводила к смеси диастереомеров, из которой нам удалось выделить индивидуальные изомеры с выходами 15–24%, структура одного из которых, а также конфигурация хиральных центров, была подтверждена данными рентгеноструктурного анализа.

Отметим, что это единственный на настоящий момент пример реакции дигалосульфуранов, не содержащих имидазольный фрагмент. Наконец, мы изучили возможность использования в этой реакции и других ароматических и гетероароматических соединений. Оказалось, что в этих же условиях в реакцию гладко вступают фенолы, гидроксикумарины, гидроксипиримидины, производные пиразол-5-она, а также 1,3-дикарбонильные соединения, приводя к образованию ранее не описанных (имидазол-2-ил)сульфидов с выходами от умеренных до высоких.

Изучение механизма обнаруженной реакции при помощи модельных экспериментов, в том числе в присутствии ловушек свободных радикалов, и ЭПР-спектроскопии показало, что она является свободнорадикальной и имеет цепной характер. Отдельными экспериментами было продемонстрировано, что сульфенилхлориды в эту реакцию не вступают, и она является специфичной для дихлорсульфуранов. Кроме того, было экспериментально продемонстрировано, что цепной процесс инициируется под действием света. При помощи квантово-химических расчётов установлено, что энергия гомолитической диссоциации связи S-Cl в дихлорсульфуранах составляет 46–47 ккал/моль, что резко отличается как от энергии связи S-Cl в сульфенилхлоридах (около 58–65 ккал/моль), так и от энергии связи S-H в тиолах (70–90 ккал/моль). Столь необычно низкая энергия диссоциации связи S-Cl является ключевым фактором, обеспечивающим возможность её разрыва под действием света и, соответственно, возможность протекания реакции.

Таким образом, в ходе проведённых исследований нами разработан новый метод СН-функционализации различных нуклеофильных реагентов (имидазолин-2-онов, фенолов, гидроксикумаринов, гидроксипиримидинов, 1,3-дикарбонильных соединений), основанный на их взаимодействии с имидазолин-2-тионами и пиримидин-2-тионами с в присутствии сульфурилхлорида, осуществляемый под действием света. Показано, что реакция носит цепной свободнорадикальный характер, ключевым фактором, обеспечивающим возможность её протекания, является исключительно низкая энергия гомолитического разрыва связи S-Cl. С использованием модельных экспериментов, данных ЭПР-спектроскопии и квантово-химических расчётов показано, что в качестве интермедиатов этой реакции выступает редкий и малоизученный класс гипервалентных соединений серы – дихлоросульфураны. Продemonстрировано, что реакция носит цепной свободнорадикальный характер и инициируется под действием света, при этом ключевым фактором, обеспечивающим возможность её протекания, является исключительно низкая энергия гомолитического разрыва связи S-Cl. Предлагаемый метод отличается доступностью исходных соединений, мягкими условиями реакции и позволяет получать ранее неизвестные (гетероарил)сульфиды, имеющие в своём составе фрагмент имидазола. Тестирование полученных веществ на цитотоксичность выявило соединение -лидер, которое по активности сравнимо с доксорубицином, однако значительно менее токсично для нормальной клеточной линии человека.

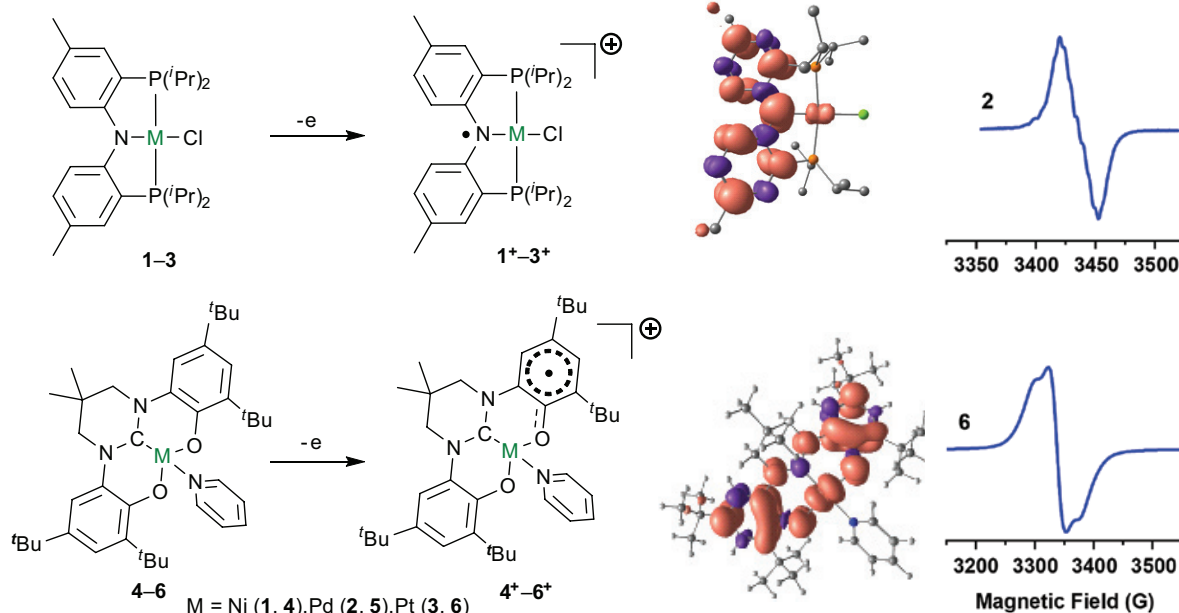
Публикации:

1. Kuznetsova E.A., Rysaeva R.R., Smolobochkin A.V., Gazizov A.S., Gerasimova T.P., Gerasimova D.P., Lodochnikova O.A., Morozov V.I., Vatsadze S.Z., Burilov A.R., Pudovik M.A. *Hypervalent sulfur derivatives as sulfenylating reagents: visible-light-mediated direct thiolation of activated C(sp²)-H bonds with dihalosulfuranes* // Org. Lett. – 2024. – Vol. 26. – P. 4323-4328. doi 10.1021/acs.orglett.4c01305. Q1
2. Газизов А.С., Кузнецова Е.А., Камалетдинов А.З., Чугунова Е.А., Смолобочкин А.В., Бурилов А.Р., Пудовик М.А. *Химия имидазолин-2-онов – новые достижения и новые вызовы* // VII Северо-Кавказский симпозиум по органической химии, Ставрополь, 12–17 мая 2024, Сборник тезисов. – С. 30.
3. Газизов А.С., Кузнецова Е.А., Камалетдинов А.З., Чугунова Е.А., Смолобочкин А.В., Бурилов А.Р., Пудовик М.А. *Имидазолин-2-оны как амбифильные реагенты: новые достижения и новые вызовы* // XXV Юбилейная Международная научно-практическая

конференция студентов и молодых учёных “Химия и химическая технология в XXI веке” имени выдающихся химиков Л. П. Кулёва и Н. М. Кижнера, посвящённая 100-летию со дня рождения профессора В. П. Лопатинского (ХХТ-2024), Томск, 20–24 мая 2024, Сборник тезисов. – С. 128.

3.

Разработаны новые высокоэффективные электрокатализаторы процесса окисления аминов на основе комплексов металлов подгруппы никеля (Ni, Pd, Pt) с неинноцентными пинцерными лигандами. Показано, что полученные катализаторы, образованные диариламидобис(фосфиновым) и ННС-бис(фенолятным) лигандами, способны электрохимически окисляться с образованием стабильных каталитически активных лиганд-центрированных аминил- и феноксил-радикальных комплексов. Полученные результаты могут быть использованы в процессах деградации стойких органических загрязнителей.



Авторский коллектив: Яхваров Д.Г., Гафуров З.Н., Кагилев А.А., Сахапов И.Ф., Морозов В.И., Кантюков А.О., Зарипов Р.Б. (КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН), Зуева Е.М., Михайлов И.К., Добрынин А.Б., Литвинов И.А., Ганеев Г.Р. (КФУ), Торопчина А.В., Гурина Г.А. (ИМХ РАН), Трифонов А.А. (ИНЭОС РАН), Куликова В.А. (ИНЭОС РАН), Киркина В.А. (ИНЭОС РАН), Гуцул Е.И. (ИНЭОС РАН), Шубина Е.С. (ИНЭОС РАН), Белкова Н.В. (ИНЭОС РАН), Синяшин О.Г.

Аннотация. Получен ряд пинцерных комплексов металлов подгруппы никеля с общей формулой $[(PNP)MCl]$, где PNP = бис[2-(ди-изо-пропилфосфино)-4-метилфенил]амид, M = Ni (**1**), Pd (**2**), Pt (**3**), а также $[(OCO)M(Py)]$,

где OCO = 1,3-бис(3,5-ди-трет-бутил-2-оксифенил)-5,5-диметил-3,4,5,6-тетрагидропиримидин-1-иум-2-ид, M = Ni (**4**), Pd (**5**), Pt (**6**). Изучение электрохимических свойств полученных комплексов методом циклической вольтамперометрии в комбинации с *in situ* УФ-видимой- и ЭПР-спектроскопией, а также квантово-химическими (DFT) расчётами позволило идентифицировать продукт электрохимического окисления исследуемых соединений. Установлено, что электроокисление соединений **1–3** приводит к образованию стабильных катионных аминил-радикальных комплексов **1⁺–3⁺**, в которых неспаренный электрон преимущественно локализован на атоме азота

PNP лиганда, тогда как в процессе окисления соединений 4–6 обнаружено образование феноксил-радикальных комплексов $4^+–6^+$ в которых свободный электрон в основном находится на периферийных фенильных кольцах. Полученные комплексы 1–6 показали себя как эффективнее медиаторы процесса электрокаталитического окисления этаноламинов, позволяющие избежать пассивации поверхности рабочего электрода. Каталитическая эффективность полученных систем находится на уровне лучших известных аналогов (значение I_{cat}/I_p 6.7). Обнаружено, что фотовозбуждение окисленных PNP комплексов $1^+–3^+$ лазером с длиной волны 355 нм приводит к разрыву связей между комплексообразователем и лигандом и высвобождению свободного аминильного радикала PNP^* с $g_{iso} = 2.003$. Проведённое электрохимическое генерирование стабильного гидридного производного $[(PNP)PdH]$ открывает путь к высокореакционноспособным аминил-радикальным гидридным комплексам $[(PNP)MH]^+$, которые могут быть использованы для получения новых биологически активных органических и элементоорганических производных.

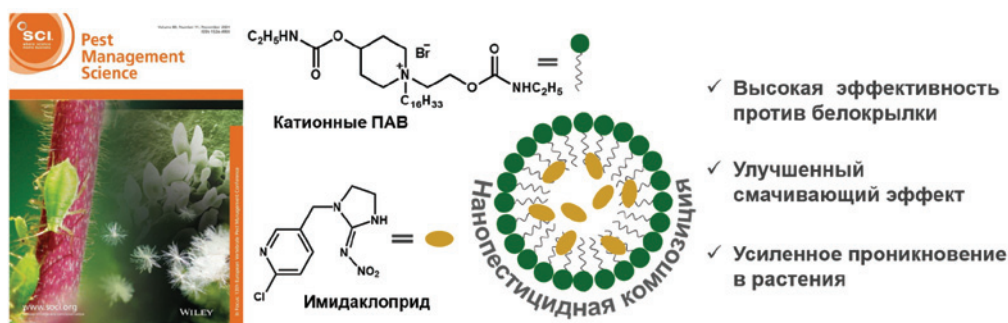
Публикации:

1. Mikhailov I.K., Gafurov Z.N., Kagilev A.A., Morozov V.I., Kantyukov A.O., Zueva E.M., Ganeev G.R., Sakhapov I.F., Toropchina A.V., Litvinov I.A., Gurina G.A., Trifonov A.A., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. *Redox chemistry of Pt(II) complex with non-innocent NHC bis(phenolate) pincer ligand: electrochemical, spectroscopic, and computational aspects* // *Catalysts*. – 2023. – Vol. 13. – Art. No. 1291. doi 10.3390/catal13091291. (WOS/SJR Q2/Q2)
2. Kagilev A.A., Gafurov Z.N., Kantyukov A.O., Mikhailov I.K., Yakhvarov D.G. *The power of in situ spectro-electrochemistry for redox study of organometallic and coordination compounds* // *Journal of Solid State Electrochemistry*. – 2023. – Vol. 28. – P. 897-910. doi 10.1007/s10008-023-05765-7. (WOS/SJR Q3/Q2)

3. Kagilev A.A., Gafurov Z.N., Sakhapov I.F., Morozov V.I., Kantyukov A.O., Zaripov R.B., Zueva E.M., Mikhailov I.K., Dobrynin A.B., Kulikova V.A., Kirkina V.A., Gutsul E.I., Shubina E.S., Belkova N.V., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. *Electrochemical generation and in situ EPR- and UV-vis- observation of aminyl-radical diarylamido/bis(phosphine) pincer complexes of Ni, Pd and Pt* // *Journal of Electroanalytical Chemistry*. – 2024. – Vol. 956. – Art. No.118084. doi 10.1016/j.jelechem.2024.118084. (WOS/SJR Q2/Q1)
4. Mikhailov, I.K., Gafurov, Z.N., Kagilev, A.A., Sakhapov I.F., Morozov V.I., Ganeev G.R., Khayarov K.R., Kulikova V.A., Kirkina V.A., Gutsul E.I., Shubina E.S., Belkova N.V., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. *Electrocatalytic radical degradation of 2-aminoethanol by nickel, palladium and platinum complexes bearing non-innocent diarylamido/bis(phosphine) pincer ligand* // *Applied Magnetic Resonance*. – 2024. – Vol. 55. – P. 1323-1333. doi 10.1007/s00723-024-01710-7. (WOS/SJR Q3/Q3)

4.

Для создания пестицидных наноконпозиций получена серия новых экологически безопасных моно- и дикарбаматсодержащих пиперидиниевых ПАВ. Введение карбаматных фрагментов снижает порог агрегации, токсичность, обеспечивает биоразлагаемость ПАВ и полифункциональную активность (высокие солюбилизационные, мембранотропные, антимикробные свойства, каталитический эффект в реакциях разложения фосфорорганических пестицидов). На основе ПАВ и инсектицида имидаклоприда сформированы наноконпозиции, позволяющие в низких дозировках (0.1% вес.) на порядок повысить эффективность действия имидаклоприда в отношении насекомого-вредителя белокрылки оранжевой (*Trialeurodes vaporariorum*).



Авторский коллектив: Кушназарова Р.А., Жильцова Е.П., Кузнецов Д.М., Ленина О.А., Амерханова С.К., Никитин Е.Н., Волошина А.Д., Петров К.А., Захарова Л.Я., Васильева Э.А.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-73-10033.

Аннотация. С целью разработки наноразмерных формулировок для химических средств защиты растений был синтезирован ряд новых пиперидиниевых ПАВ с одним или двумя карбаматными фрагментами. Охарактеризована их поверхностная активность и способность

к мицеллообразованию в водных растворах. На основе карбаматсодержащих ПАВ сформированы каталитические системы для гидролитического разложения фосфорорганического экотоксиканта параоксона. Выявлено высокое антимикробное действие полученных ПАВ в отношении широкого спектра патогенных микроорганизмов, вызывающих заболевания млекопитающих и растений. Протестирована возможность их использования в качестве адъювантов в пестицидных композициях, что позволило повысить растворимость активных веществ и улучшить смачивание поверхности растений. Введение карбаматсодержащих пиперидиниевых ПАВ в концентрации 0.1% вес. привело к десятикратному увеличению эффективности имидаклоприда против оранжерейной белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum*), которая наносит существенный вред тепличным растениям. Показано, что основными факторами, приводящими к усилению действия инсектицида, является способность катионных ПАВ увеличивать концентрацию имидаклоприда на поверхности листьев, а также облегчать его проникновение в растение, что приводит к общему снижению дозировки и повышению эффективности. Предлагаемые составы не оказывают губительного действия на растения, не угнетают их рост и не вызывают ожогов. Методом закрытых бутылей установлено, что синтезированные ПАВ относятся к классу биоразлагаемых соединений, что подтверждает их экологическую безопасность и возможность использования в сельском хозяйстве без риска накопления в окружающей среде.

Публикации:

1. Kushnazarova R.A., Mirgorodskaya A.B., Kuznetsov D.M., Vasilieva E.A., Amerhanova S.K., Voloshina A.D., Zakharova L.Ya. *Piperidinium surfactants functionalized with carbamate fragment: Aggregation, antimicrobial activity and cytotoxicity* // Biochim. Biophys. Acta, Gen. Subj. – 2024. – Vol. 1868, Is 3. – Art. No. 130562. doi 10.1016/j.bbagen.2024.130562. Q2
2. Kushnazarova R.A., Mirgorodskaya A.B., Vasilieva E.A., Lenina O.A., Petrov K.A., Zakharova L.Ya. *New piperidinium surfactants with carbamate fragments as effective adjuvants in insecticide compositions based on imidacloprid* // Pest Manage. Sci. – 2024. – Vol. 80, Is. 11. – P. 5965-5973. doi 10.1002/ps.8329. Q1
3. Zhiltsova E.P., Valeeva F.G., Kuznetsov D.M., Kushnazarova R.A., Vasilieva E.A., Mirgorodskaya A.B., Zakharova L.Ya. *Alkaline hydrolysis of paraoxon in micellar solutions of carbamate surfactant* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94, Is. 2. – P. 386-394. doi 10.1134/S1070363224020142. Q4
4. Kushnazarova R.A., Bekrenev D.D., Mirgorodskaya A.B., Kuznetsov D.M., Vasilieva E.A., Davydova L.M., Nikitin E.N., Zakharova L.Ya. *New piperidinium surfactants containing ethylcarbamate fragment: Aggregation properties and antimicrobial activity* // Mendeleev Commun. – 2024. Accepted. Q3

Тезисы:

1. Кушназарова Р.А., Миргородская А.Б., Кузнецов Д.М., Амерханова С.К., Волошина А.Д., Захарова Л.Я. *Новые карбаматсодержащие пиперидиниевые ПАВ как потенциальная основа для дезинфицирующих средств* // Юбилейная конференция, посвящённая 90-летию НИИ дезинфектологии им. Эрисмана. 21–22 сентября 2023, г. Москва, Материалы конференции. – С. 55. (устный доклад).
2. Кушназарова Р.А., Миргородская А.Б., Кузнецов Д.М., Амерханова С.К., Васильева Э.А., Ленина О.А., Петров К.А., Захарова Л.Я. *Пиперидиниевые ПАВ с карбаматным фрагментом как основа для создания нанопестицидов* // Всероссийская конференция “Поверхностные явления в дисперсных системах”, посвящённая 125-летию со дня рождения выдающегося советского учёного, академика АН СССР Петра Александровича Ребиндера. 2–6 октября 2023, г. Москва. Тезисы докладов. – С. 111. (устный доклад).
3. Жильцова Е.П., Валеева Ф.Г., Кузнецов Д.М., Кушназарова Р.А., Захарова Л.Я. *Мицеллярный нанореактор на основе карбаматного ПАВ для разложения фосфорорганического экотоксиканта* // VI Международная конференция по коллоидной химии и физико-химической механике (IC CСРСМ), посвящённая 125-летию со дня рождения П. А. Ребиндера. 23–26 октября 2023, г. Казань. Сборник тезисов. – С. 144. (стендовый доклад).
4. Кушназарова Р.А., Миргородская А.Б., Ленина О.А., Васильева Э.А., Никитин Е.Н., Захарова Л.Я. *Пестицидные наноконпозиции на основе пиперидиниевых этилкарбаматных ПАВ* // VIII Международная конференция Современные синтетические методологии для создания лекарственных препаратов и функциональных материалов (MOSM 2024). 9–13 июня, Екатеринбург, Россия. Сборник тезисов. – R-90. (устный доклад)

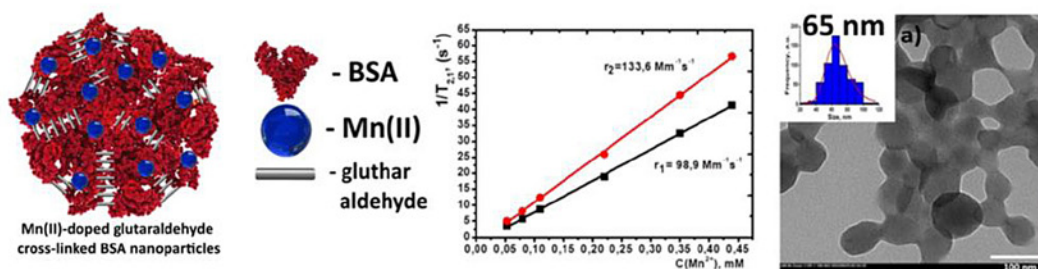
5.

Впервые предложены новые комплексы Mn^{2+} с гексарециновыми анионными кластерами и молекулами белков крови, позволяющие создавать наночастицы с высокой гемосовместимостью и контрастирующей способностью, превышающей таковую для коммерческих МРТ контрастных агентов более чем в 10 раз. Варьирование структуры кластерных анионов позволяет управлять распределением наночастиц по органам абдоминальной области мышей.

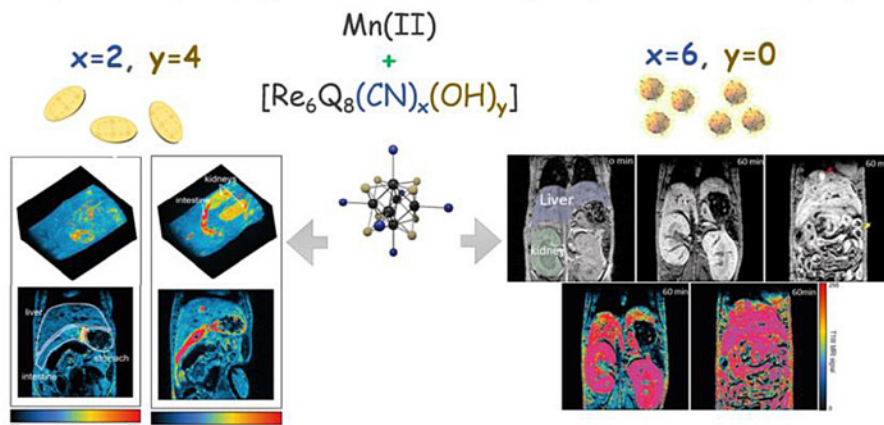
Авторский коллектив: Заиров Р.Р., Ахмадеев Б.С., Корнев Т.А., Холин К.В., Низамеева Г.Р., Любина А.П., Волошина А.Д., Мустафина А.Р.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 22-13-00010.

1. Обеспечение высокой релаксивности за счёт связывания с белком



2. Управление распределением наночастиц по органам за счёт варьирования структуры лигандов



Аннотация. Использование биомолекул при разработке наноматериалов является хорошо известным способом повышения их биосовместимости. Белки крови являются популярными биологическими объектами исследования. Они обладают уникальной способностью связывать и переносить различные субстраты, в том числе ионы металлов. За счёт контролируемой мягкой денатурации свойства нативных белков могут быть кардинальным образом изменены. Денатурация белковых молекул и дальнейшая сшивка определёнными сшивающими агентами позволяет закрепить полученные характеристики и получить функциональные биосовместимые наночастицы.

В данной работе из бычьего сывороточного альбумина (BSA), который является более доступной моделью сывороточного альбумина человека (HSA), были получены наночастицы. Выявлено, что бычий сывороточный альбумин в его нативном состоянии способен связывать ионы марганца (Mn^{2+}) в соотношении 1:1. Будучи связанным в комплексное соединения, марганец не теряет своей способности существенно увеличивать релаксацию протонов воды, что является предпосылкой использования для МРТ диагностики. Методом десольватации органическим растворителем авторами была достигнута мягкая, нетермическая денатурация белка. В результате чего удалось добиться соотношения ионов Mn^{2+} к белку – 4:1. Полученные сшитые наночастицы денатурированного белка являются многообещающими кандидатами для использования в качестве контрастных агентов при проведении МРТ. Они демонстрируют

необычайно высокие по сравнению с другими марганцевыми частицами показатели релаксивности на уровне 100 единиц (продольная релаксивность $98.9 \text{ mM}^{-1} \text{ s}^{-1}$; поперечная релаксивность $133.6 \text{ mM}^{-1} \text{ s}^{-1}$). В работе также показано, что полученные частицы являются биосовместимыми: (1) они обладают очень слабой каталитической активностью в реакции Фентона, поэтому не могут генерировать окислительный стресс внутри клеток; (2) для них характерна низкая гемолитическая активность и гемагглютинация (при концентрациях более 110 микромолей/л).

Использование неорганических лигандов позволяет получить эффективные контрастные агенты. В работе представлено кластеры с различным апикальным окружением $[\{\text{Re}_6\text{S}_8\}(\text{CN})_{6-n}(\text{OH})_n]^{4-}$ ($n = 0, 2, 4$) в качестве лигандов для разработки наночастиц, содержащих Mn^{2+} . Показана возможность варьирования морфологии наночастиц на основе изменения апикальных лигандов кластера: кластеры $[\{\text{Re}_6\text{S}_8\}(\text{CN})_2(\text{OH})_4]^{4-}$ при взаимодействии с Mn^{2+} образуют наночастицы пластинчатой формы, проявляющие зависимую от pH агрегацию и усиленную ядерную магнитную релаксацию. МРТ-сканирование *in vivo* мышей, которым внутривенно вводили наночастицы, показало предпочтительное накопление пластинчатых наночастиц в кишечнике мыши, а не в печени и почках. В свою очередь сферические наночастицы на основе кластера $[\{\text{Re}_6\text{Se}_8\}(\text{CN})_6]^{4-}$ распределяются по всей абдоминальной области, в том числе печени и почках.

Публикации:

1. Zairov R.R., Kornev T.A., Akhmadeev B.S., Dovzhenko A.P., Vasilyev V.A., Kholin K.V., Nizameeva G.R., Mukhametzyanov T.A., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Mustafina A.R. *Expanding Mn^{2+} loading capacity of BSA via mild non-thermal denaturing and cross-linking as a tool to maximize the relaxivity of water protons* // International Journal of Biological Macromolecules. – 2024. – Vol. 266. – Art. No. 131338. doi 10.1016/j.ijbiomac.2024.131338. Q1
2. Akhmadeev B.S., Nizameev I.R., Kholin K.V., Voloshina A.D., Gerasimova T.P., Gubaidullin A.T., Romashchenko A.V., Zavjalov E.L., Kashnik I.V., Brylev K.A., Mustafina A.R. *Specificity of hexarhenium cluster anions for synthesis of Mn^{2+} -based nanoparticles with lamellar shape and pH-induced leaching for specific organ selectivity in MRI contrasting* // Journal of Colloid and Interface Science. – 2024. – Vol. 659. – P. 1052-1062. Q1
3. Zairov R.R., Akhmadeev B.S., Fedorenko S.V., Mustafina A.R. *Recent progress in design and surface modification of manganese nanoparticles for MRI contrasting and therapy* // Chemical Engineering Journal. – 2023. – Vol. 459. – Art. No. 141640. doi 10.1016/j.cej.2023.141640. Q1
4. Zairov R., Pizzanelli S., Dovzhenko A.P., Nizameev I., Orekhov A.S., Arkharova N., Podyachev S., Sudakova S., Mustafina A.R. *Calucci L. paramagnetic relaxation enhancement in hydrophilic colloids based on Gd(III) complexes with tetrathia- and calix[4]arenes* // The Journal of Physical Chemistry C. – 2020. – Vol. 124. – P. 4320-4329. doi 10.1021/acs.jpcc.0c00312. Q1
5. Elistratova J., Akhmadeev B., Gubaidullin A., Shestopalov M.A., Solovieva A., Brylev K., Kholin K., Nizameev I., Ismaev I., Kadirov M., Mustafina A. *Structure optimization for enhanced luminescent and paramagnetic properties of hydrophilic nanomaterial based on heterometallic Gd-Re complexes* // Materials and Design. – 2018. – Vol. 146. – P. 49-56. Q1
6. Akhmadeev B.S., Nizameev I.R., Kholin K.V., Voloshina A.D., Gerasimova T.P., Gubaidullin A.T., Kadirov M.K., Ismaev I.E., Brylev K.A., Zairov R.R., Mustafina A.R. *Molecular and nano-structural optimization of nanoparticulate Mn^{2+} -hexarhenium cluster complexes for optimal balance of high T_1 - and T_2 -weighted contrast ability with low hemoagglutination and cytotoxicity* // Pharmaceutics. – 2022. – Vol. 14, Is. 7. – Art. No. 1508. Q1

6.

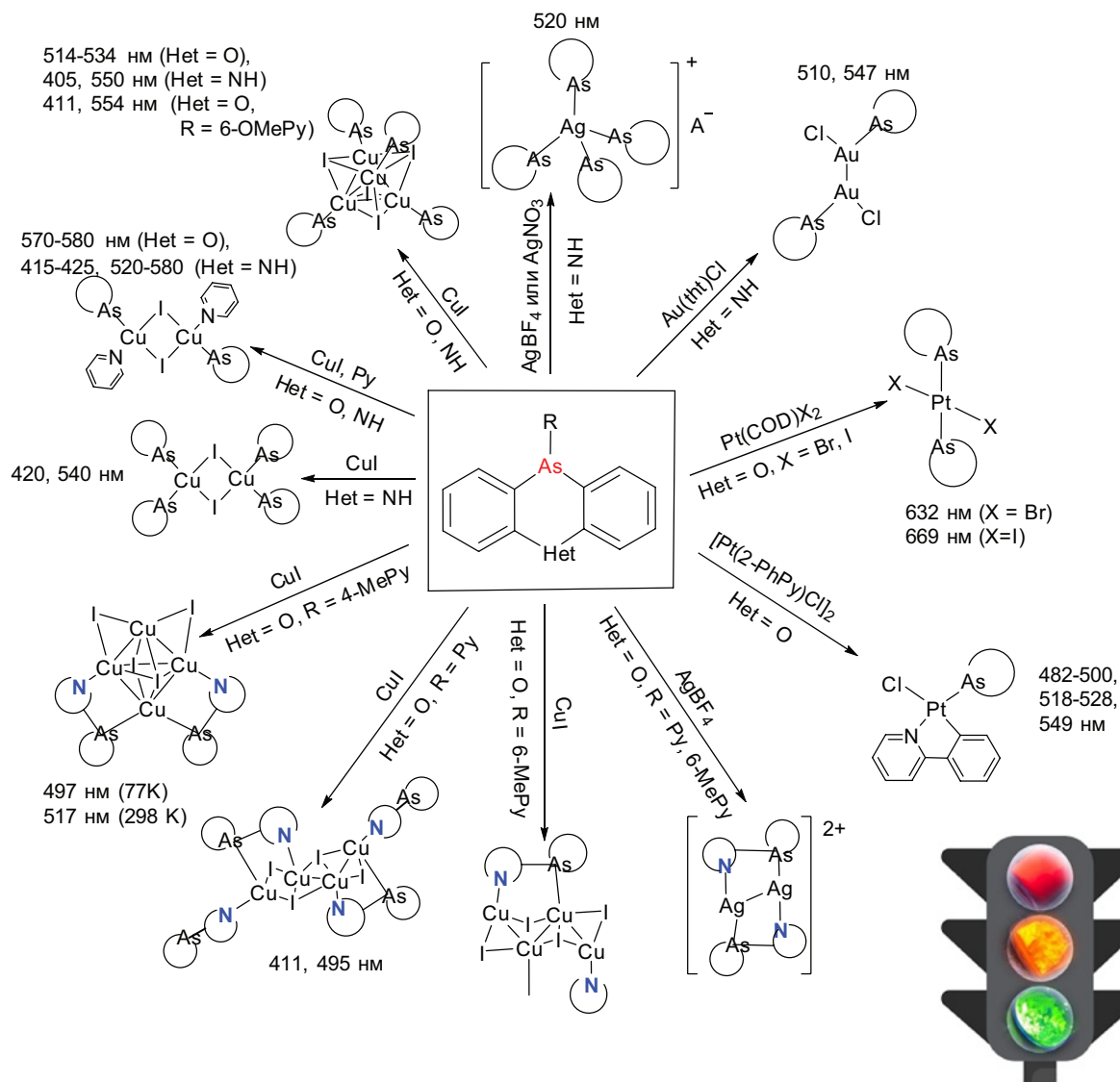
Впервые продемонстрирована возможность использования гетероциклических соединений мышьяка – 10H-феноксарсинов и 5,10-дигидрофенарсазинов, в качестве лигандов для создания люминесцентных координационных соединений. Показано, что, изменяя заместитель на атоме мышьяка, можно управлять типом образующихся моно- и полиядерных комплексов золота, серебра и меди, включая

формирование неопisanного ранее изомера кластерного ядра Cu_4I_4 . Фотофизические характеристики комплексов открывают перспективы практического применения этих систем для биовизуализации, создания OLED устройств и люминесцентных термометров.

Авторский коллектив: Мусина Э.И., Галимова М.Ф., Добрынин А.Б., Зуева Е.М., Латыпов Ш.К., Карасик А.А.

Аннотация. В лаборатории Фосфорорганических лигандов завершён цикл исследований, посвящённых использованию циклических арсиновых лигандов – феноксарсинов и 5,10-дигидрофенарсазинов в качестве платформы для конструирования новых комплексов недорогих доступных переходных металлов, обладающих люминесцентными свойствами. Разработаны методики получения новых координационных соединений металлов 11 группы (меди(I), серебра(I) и золота(I)) и платины(II), обладающих широким спектром люминесцентных свойств.

На основе феноксарсинов и 5,10-дигидрофенарсазинов с различными заместителями у атома мышьяка, в том числе гетероароматическими, синтезирован широкий ряд моно-, би- и тетраядерных комплексов меди(I), серебра(I) и золота(I)) и платины(II) и выявлены ключевые структурные факторы, определяющие эмиссию комплексов. Установлено, что в комплексообразовании феноксарсины и 5,10-дигидрофенарсазины в отсутствие других донорных центров ведут себя как As-монодентатные лиганды, а введение пиридинного заместителя к атому мышьяка способствует As,N-бидентатной мостиковой координации. Впервые обнаружена новая для известных типов комплексов меди изомерная форма Cu_4I_4 ядра, поддерживаемого бидентатным As,N_{py} лигандом. Люминесценция комплексов меди зависит от типа металл-галоидного ядра, природы гетероатома в арсиновом цикле, и от наличия внутреннего или внешнего N-sp² гибридизованного атома азота. Хромофорные со-лиганды или внутрилигандные хромофорные заместители, координирующие ион меди(I), а также кластерная структура комплекса улучшают люминесцентные свойства комплексов серебра и меди на основе феноксарсинов и 5,10-дигидрофенарсазинов. Квантовые выходы эмиссии биядерных комплексов типа $Cu_2I_2Py_2L_2$ и тетраядерных комплексов типа $Cu_4I_4L_4$ на основе феноксарсинов достигают 25%. Выявлено наличие внутрилигандной эмиссии в 5,10-дигидрофенарсазинах (IL), которая определяет эмиссию их комплексов золота и серебра, и является причиной появления второй полосы (IL) наряду с кластерцентрированной полосой (CC) тетраядерных Cu_4I_4 -кубановых комплексах, перераспределение которых является причиной температурно-зависимой эмиссии. Для 5,10-дигидрофенарсазиновых и метилпиридилсодержащих феноксарсиновых комплексов температурная разница максимумов двух полос эмиссии достигает 142 нм. Установлено, что среди диалогенидных комплексов платины (II) только транс-изомеры PtL_2Hal_2 (Hal = Br, I, (L = феноксарсин) люминесцируют в оранжевой и близкой к инфракрасной области (до 690 нм), тогда как эмиссия циклометаллированных комплексов $Pt(PhPy)(L)$



Cl (L = феноксарсин) смещается в синюю область за счёт влияния фенилпиридильного лиганда.

Таким образом, на основе феноксарсинов и 5,10-дигидрофенарсазинов синтезирован широкий ряд комплексов с недорогими переходными металлами, демонстрирующих “светофор” максимумов эмиссии от зелёного до красного, при этом для некоторых из них характерна температурно-зависимая двухполосная эмиссия. Обнаруженные свойства открывают перспективу практического применения комплексов в создании OLED устройств, термометров и для биовизуализации.

Публикации:

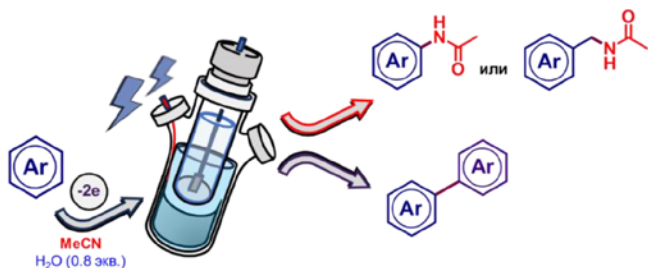
1. Galimova M.F., Zueva E.M., Dobrynin A.B., Kolesnikov I. E., Musin R.R., Musina E.I., Karasik A.A. *Luminescent Cu₄I₄-cubane clusters based on N-methyl-5,10-dihydrophenarsazines* // Dalton Trans. – 2021. – Vol. 50. – P. 13421-13429. doi 10.1039/D1DT02344F. Q1
2. Galimova M.F., Begaliev T.A., Zueva E.M., Kondrashova S.A., Latypov S.K., Dobrynin A.B., Kolesnikov I.E., Musin R.R., Musina E.I., Karasik A.A. *Platinum(II) complexes with 10-(aryl)phenoxarsines: synthesis, cis/*

trans isomerization, and luminescence // Inorg. Chem. – 2021. – Vol. 60, Is. 9. – P. 6804-6812. doi 10.1021/acs.inorgchem.1c00672. Q1

3. Galimova M.F., Kondrashova S.A., Latypov S.K., Dobrynin A.B., Zueva E.M., Petrova M.M., Kolesnikov I.E., Musin R.R., Musina E.I., Karasik A.A. *Cyclometalated platinum(II) complexes with 10-(aryl)phenoxarsine ligands: synthesis, structure, and photophysical properties* // Organometallics. – 2023. – Vol. 42, Is. 18. – P. 2661-2671. doi 10.1021/acs.organomet.3c00163. Q2
4. Galimova M.F., Zueva E.M., Petrova M.M., Dobrynin A.B., Kolesnikov I.E., Musina E.I., Musin R.R., Karasik A.A., Sinyashin O.G. *Design of luminescent complexes with different Cu₄I₄ cores based on pyridyl phenoxarsines* // Dalton Trans. – 2024. – Vol. 53, Is. 3. – P. 1087-1098. doi 10.1039/D3DT03273F. Q1

7.

Предложен новый одностадийный атом-экономный и эко-эффективный метод синтеза *N*-ариламидов или *N*-бензиламидов и биариллов напрямую из ароматических субстратов в мягких электроокислительных условиях без использования металлокатализаторов и внешних окислителей. Продукты C–C и C–N сочетания получают с высокими выходами (до 88%).

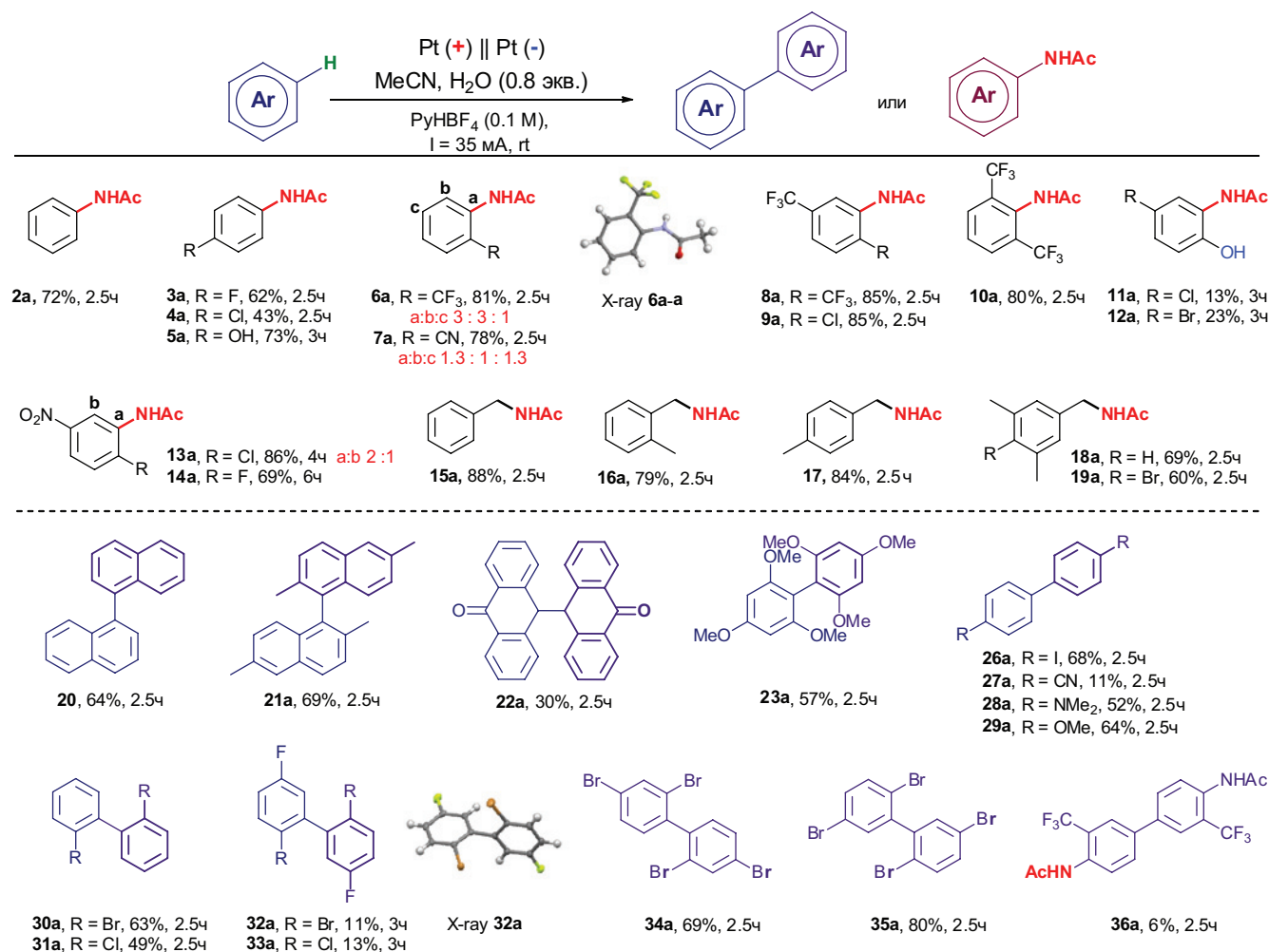


Авторский коллектив: Стрекалова С.О., Кононов А.И., Морозов В.И., Злыгостев А.Д., Хворова М.А., Кобелева Е.В., Бабаева О.Б., Будникова Ю.Г.

Аннотация. Была проведена серия реакций электроокисления различных ароматических субстратов с электронодонорными и электроноакцепторными группами в простых и мягких условиях (комнатная температура, атмосферное давление, в отсутствие катализаторов, окислителей и добавок). Окисление ароматических субстратов в MeCN в мягких условиях реакции приводит к образованию биариллов и анилидов или *N*-бензиламидов в зависимости от типа субстрата.

Электроокисление ароматических субстратов, таких как метоксибензол, 1,3,5-триметоксибензол, нафталин, 2,6-диметилнафталин, антрацен, *N,N*-диметиланилин, которые окисляются легче чем +2 В, в ацетонитриле приводит исключительно к продуктам C–C-сочетания – образованию димеров.

Наличие объёмного атома брома или йода в ароматическом кольце (бромбензол, йодбензол, 1,3-дибромбензол, 1,4-дибромбензол) также способствует процессу димеризации в ходе электроокисления, а не амидированию. Заместители бром и йод проявляют положительные мезомерные и отрицательные индуктивные эффекты, которые, вероятно, способствуют стабилизации радикалов в *орто*- и *пара*-положениях, приводя к различным типам димеризации.



Ароматические субстраты, которые трудно окисляются ($E_{\text{ox}} > +2$ В), преимущественно образуют *N*-ариламиды и *N*-бензиламиды. Наличие заместителя хлора в ароматическом кольце приводит к образованию как биариллов, так и анилидов в ходе электроокисления. Электроокислительное амидирование бензонитрила в MeCN приводит к образованию *орто*-, *мета*- и *пара*-региоизомеров (**7a**) с общим выходом 78%. Для бензонитрила также был получен только один продукт гомосочетания **27a** с низким выходом 11%. Единственный случай гомосочетания продукта анилида наблюдался для *N*-(2-(трифторметил)фенил)ацетамида **6a-a**, в результате был получен продукт **36a** с выходом 6%.

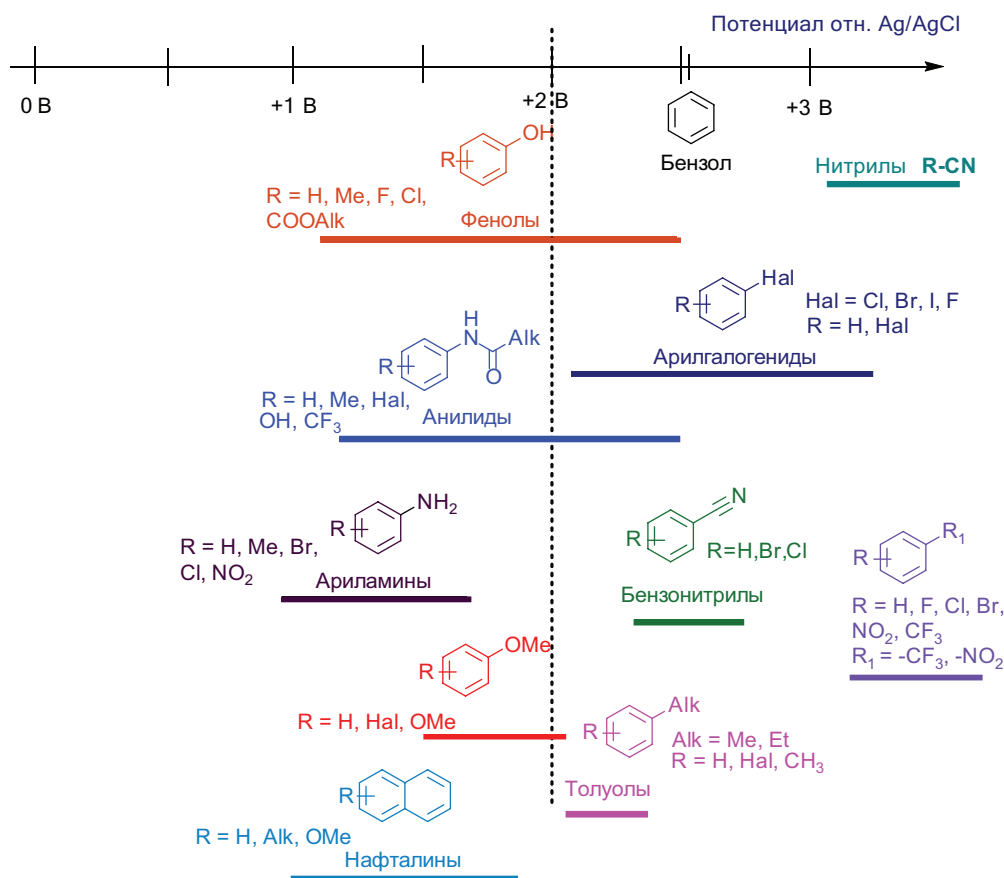
При окислении 1-хлор-4-фторбензола и 1-бром-4-фторбензола в выбранных условиях происходит замещение фтора на OH группу, в результате чего образуются анилиды *N*-(5-хлор-2-гидроксифенил)ацетамид **11a**, *N*-(5-бром-2-гидроксифенил)ацетамид **12a** с выходами 13% и 23% соответственно, а также образуются димеры **32a** и **33a** с выходом 11% и 13%.

Присоединение амидного фрагмента к фенолу происходит исключительно в *пара*-положение к гидроксильной группе. Ацетаминофен или парацетамол **5a** образуется с выходом 73% непосредственно из фенола в мягких условиях.

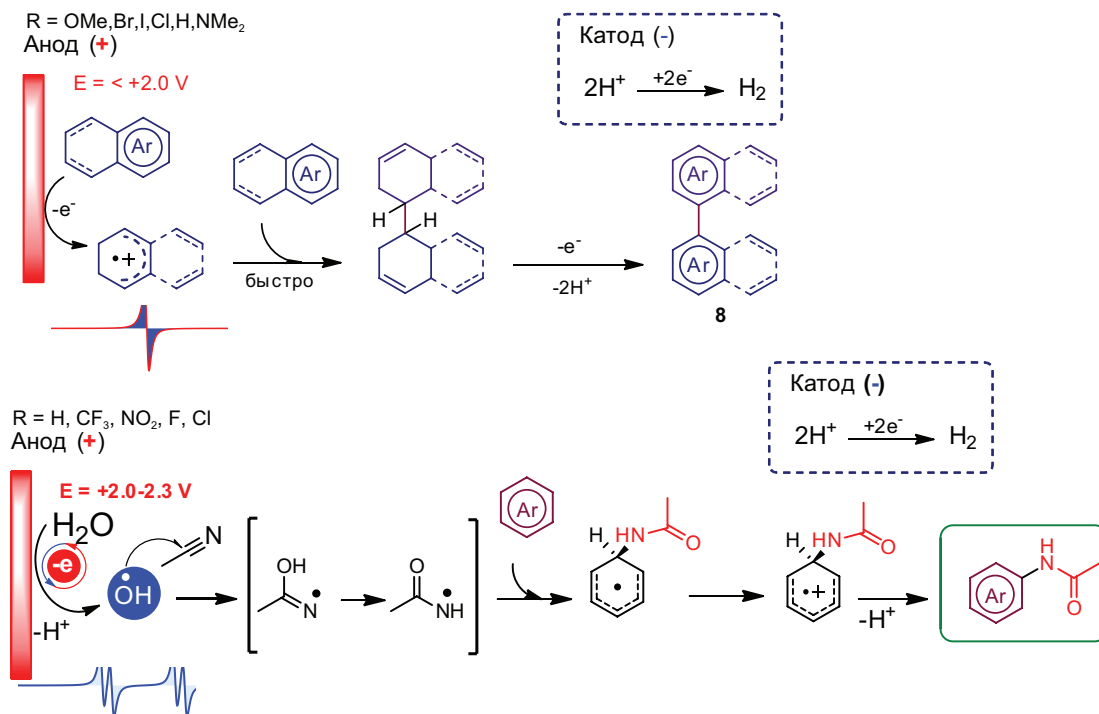
При наличии метильной группы в ароматическом кольце субстрата реакция присоединения амидного фрагмента протекает селективно именно по метильной группе, а не в ароматическое кольцо. Если субстраты имеют несколько метильных групп в ароматическом кольце (ксилолы, мезитилен), то происходит образование продуктов амидирования только с одной замещённой метильной группой, даже при пропуске большего количества электричества и увеличении времени синтеза.

На основании данных препаративных электросинтезов, циклической вольтамперометрии и ЭПР-спектроскопии предложен предполагаемый механизм реакций C-C сочетания и амидирования ароматических субстратов.

Разработанный в данной работе электрохимический метод синтеза *N*-ариламидов, *N*-бензиламидов и биариллов может быть использован для синтеза многофункциональных молекул более сложной структуры. Полученные в ходе исследования *N*-ариламиды в дальнейшем могут использоваться в реакциях C-H функционализации как прекурсоры для получения веществ с практически-полезными свойствами (например, фармпрепараты). Особый интерес представляет исследование биологической активности анилидов с трифторметильной группой – потенциальных противоопухолевых препаратов.



Диапазон потенциалов окисления (В) ароматических соединений.



Публикации:

1. Kononov A., Strekalova S., Kobeleva E., Savelyev G., Zlygostev A., Khvorova M., Morozov V., Babaeva O., Budnikova Y. *C–C and C–N bond formation in electro-oxidation reactions of aromatic compounds* // Curr. Res. Green Sust. Chem. – 2024. – Vol. 8. – Art. No. 100406. doi 10.1016/j.crgsc.2024.100406. Q1 (Scopus)

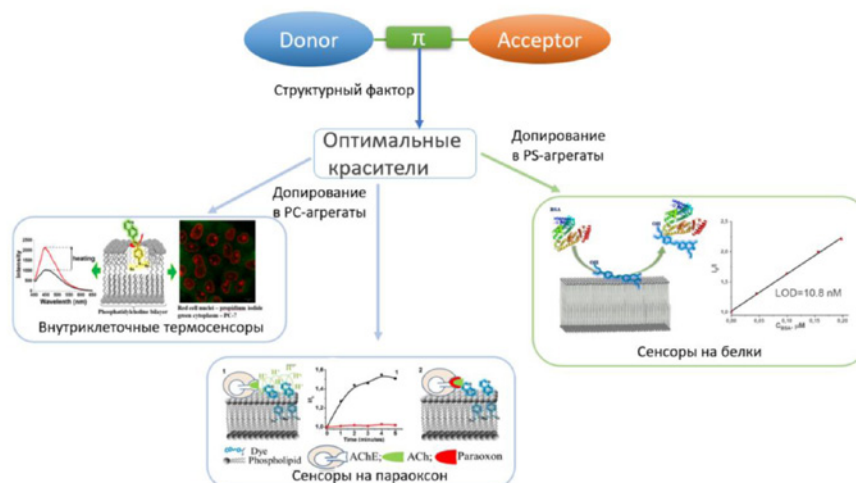
8.

На основе люминесцентных *N,N*-диалкиламиностирил-гетаренов *D*- π -*A* архитектуры и фосфолипидов созданы наносенсоры на сывороточный альбумин с нижним

пределом обнаружения на уровне лучших известных флуоресцентных сенсоров: 10.8 нмоль/л. Преимуществом разработанных наносенсоров является их селективность в ряду других белков, биосовместимость и проникновение сквозь клеточные мембраны, что является предпосылкой внутриклеточной сенсорики.

Авторский коллектив: Ахмадеев Б.С., Исламова Л.Н., Фазлеева Г.М., Герасимова Т.П., Елистратова Ю.Г., Волошина А.Д., Кацуба С.А., Калинин А.А., Мустафина А.Р., Синяшин О.Г.

Аннотация. Получен ряд новых люминесцентных *N,N*-диалкиламиностирилгетаренов *D*- π -*A* архитектуры, проявляющих галохромизм поглощения и эмиссии. Анализ экспериментальных данных в сочетании с квантово-



химическими расчётами позволил установить природу наблюдаемого галохромного отклика и выявить ключевые факторы, обеспечивающие эмиссию протонированной формы. Предложен подход для термосенсорных приложений, основанный на температурном контроле равновесия между нейтральной и протонированной формами. Обнаруженные гало- и термохромные свойства полученных красителей стали основой для разработки водорастворимых сенсоров.

В качестве наноплатформ были выбраны L- α -фосфатидилхолин (PC) и фосфатидилсерин (PS). Красители были инкапсулированы в PC- и PS-агрегаты методом “гидратации тонких плёнок”. Использование разных платформ позволило получить сенсоры широкого применения: на pH, температуру, ионы металлов и белки.

Смешанные агрегаты краситель-PC продемонстрировали отклик эмиссии на изменение температуры и pH. Анализ спектрального поведения красителей в смешанных везикулярных агрегатах показал, что обнаруженные сенсорные свойства определяются не только особенностями протонирования красителей, но и pH- и температурно-индуцированной перестройкой супрамолекулярной упаковки фосфолипидов в везикулярных агрегатах, в свою очередь обуславливающей изменения во взаимном расположении красителей и фосфатидилхолина.

Агрегаты краситель-PC, демонстрирующие pH-зависимую эмиссию, оказались перспективными для мониторинга гидролиза ацетилхолина, катализируемого, ацетилхолинэстеразой, благодаря флуоресцентному отклику на протонирование молекул красителя в фосфолипидном бислое агрегатов в процессе гидролиза. Полученные результаты стимулировали изучение возможности применения разработанных систем для обнаружения параоксона. Был установлен нижний предел обнаружения 0.5 нМ при времени инкубации, равном десяти минутам.

На примере линий клеток M-HeLa и Chang Liver была продемонстрирована низкая цитотоксичность агрегатов краситель-PC. Эффективное окрашивание цитоплазмы клеток люминофорами краситель-PC открывает дополнительные возможности для биосенсорных приложений.

Использование платформы на основе отрицательно заряженного PS позволило создать агрегаты, проявляю-

щие отклик на ионы Cu(II). Субстрат-индуцированный люминесцентный отклик в микромолярном диапазоне концентраций в водных растворах наблюдался за счёт координации металла на поверхности фосфолипидных бислоев.

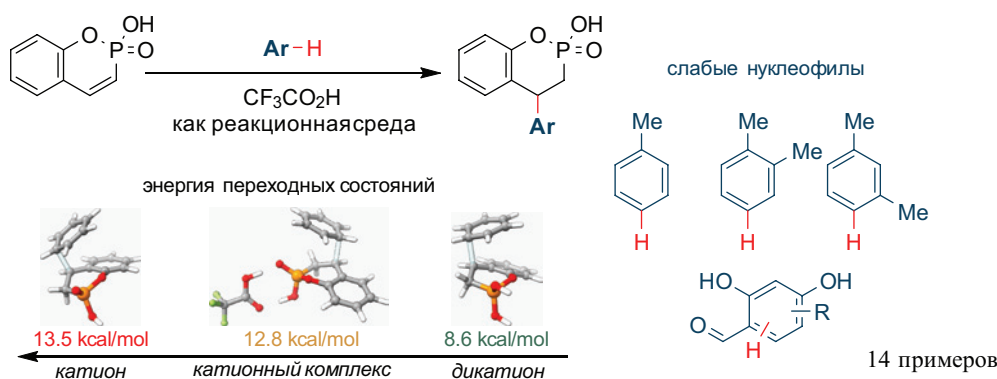
Дальнейшие исследования выявили, что агрегаты краситель-PS проявляют флуоресцентный отклик, зависящий от концентрации, на присутствие в растворах анионных белков, таких как бычий сывороточный альбумин (BSA) и пепсин, что позволяет отличить их от лизоцима (LSZ). При этом красители не проявляют отклик в составе PC-агрегатах. Флуоресцентный отклик возникает в результате связывания красителей с молекулами белков. Таким образом, как плохая упорядоченность молекул PS, так и межфазное расположение красителей создают предпосылки для флуоресцентного отклика агрегатов краситель-PS. Структура красителей оказывает ключевое влияние на различия в спектральных характеристиках комплексов краситель-PS и краситель-белков. Для распознавания BSA была выбрана оптимальная структура красителя с LOD 10.8 нМ.

Публикации:

1. Akhmadeev B., Retyunskaya O., Islamova L., Fazleeva G., Kalinin A., Katsyuba S., Elistratova J., Sinyashin O., Mustafina A. *Biomimetic nanoplatfoms constructed from dialkylaminostyryl hetarene dyes and phospholipids exhibiting selective fluorescent response to specific proteins* // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 2024. – Vol. 241. – Art. No. 114046. doi 10.1016/j.colsurfb.2024.114046. Q1

9.

Впервые показано, что суперэлектрофильная активация фосфакумаринов в среде трифторуксусной кислоты в присутствии ароматических C-нуклеофилов является эффективным методом синтеза неизвестных ранее фосфакумаринов. Квантово-химическими расчётами установлено, что ключевую роль в этом процессе играет образование суперэлектрофильных дикатионных интермедиатов и/или их водородно-связанных комплексов с трифторуксусной кислотой.



Авторский коллектив: Залалтдинова А.В., Садыкова Ю.М., Газизов А.С., Герасимова Д.П., Сякаев В.В., Чугунова Е.А., Бурилов А.Р., Пудовик М.А., Синяшин О.Г.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-23-10020.

Аннотация. Концепция суперэлектрофильной активации тесно связана с образованием высокорекционноспособных дикатионных частиц, способных к взаимодействию даже с очень слабыми нуклеофилами, в суперкислой среде. К настоящему моменту обнаружено большое число реагентов, подвергающихся двойному протонированию в присутствии сильных кислот, и, как следствие, способных выступать в качестве суперэлектрофилов. В качестве примеров можно привести α,β -ненасыщенные карбонильные соединения, 1,3- и 1,2-дикарбонильные соединения и их структурные аналоги, азотсодержащие гетероциклы, аминокислоты, нитроарилмочевины и нитроарилсульфамиды. Гораздо меньшее распространение получило использование в качестве предшественников суперэлектрофильных частиц фосфорорганических соединений. Примеры реакций фосфорорганических суперэлектрофилов весьма немногочисленны и ограничены только взаимодействием некоторых винил- и этинилфосфонатов с ароматическими соединениями, а также внутримолекулярной циклизацией фосфорилалленов. Отдельно следует отметить, что для генерирования дикатионных частиц требуется использование весьма агрессивных, токсичных, чувствительных к воде и, как правило, дорогостоящих суперкислот, таких как смесь пентафторида сурьмы и фторсульфоновой кислоты (“магическая кислота”), фторсурьмяная кислота или трифторметансульфокислота.

Ранее нами была обнаружена кислотнo-катализируемая реакция 2-гидроксibenzo[e][1,2]оксафосфинин-2-оксидов (фосфакумаринов) с некоторыми фенолами, приводящая к 2-гидрокси-4-арил-3,4-дигидробenzo[e][1,2]оксафосфинин-2-оксидам (фосфафлаваноидам). Подчеркнём, что эти соединения являются фосфорсодержащими аналогами природных биологически активных соединений – флаваноидов, в которых карбоксильный фрагмент заменён на фосфорильный. Подобная замена часто приводит к увеличению уже имеющейся биологической активности соединения, либо проявлению новых видов активности, ярким примером чего являются аналоги аминокислот – аминокислоты. Более того, ранее нами в ряду фосфафлаваноидов уже были обнаружены соединения с весьма высокой противораковой активностью. Таким образом, синтез новых представителей соединений этого ряда представляет значительный интерес.

Однако, область применимости, обнаруженной нами реакции была ограничена только наиболее реакционноспособными фенолами, имеющими в ароматическом цикле несколько сильных донорных заместителей, что значительно сужало её синтетические возможности. Отметим, что исходные фосфакумарины являются, фактически, фосфоновыми кислотами. В то же время, хорошо известен феномен увеличения силы одних кислот Бренстеда в присутствии других. Опираясь на эти

данные, мы предположили, что использование в качестве реакционной среды трифторуксусной кислоты может способствовать увеличению кислотности фосфакумаринов, их дипротонированию и, как следствие, увеличению их реакционной способности в реакциях с более слабыми нуклеофилами.

Модельные эксперименты с использованием толуола в качестве нуклеофила показали, что в растворе трифторуксусной кислоты при комнатной температуре реакция с фосфакумарином не протекает независимо от соотношения реагентов и их концентрации. Однако увеличение температуры реакции до 70 °C при мольном соотношении реагентов 1:1 гладко привело к образованию смеси региоизомерных продуктов *орто*- и *пара*-замещения толуола, из которой нам удалось выделить *пара*-замещённый изомер с выходом 50%. Структура полученного продукта была подтверждена данными рентгеноструктурного анализа.

Убедившись в возможности протекания предложенной реакции на примере толуола, мы приступили к расширению круга возможных нуклеофилов. В обнаруженных условиях в реакцию гладко вступали соединения, которые ранее вовлечь в неё не удавалось – *о*- и *м*-ксилолы, 2-нафтолы, 4-гидроксикумарин, галоген- и формил-замещённые производные резорцина. Примечательно, что в случае 2-нафтола замещение происходило в положение 6 бициклического остова, что было однозначно подтверждено данными двумерной ЯМР-спектроскопии. Это несколько неожиданный результат, поскольку считается, что *орто*-положение по отношению к гидроксильной группе в 2-нафтоле является наиболее реакционноспособным в реакциях электрофильного ароматического замещения. Проведённый анализ литературы показал, что направление замещения в 2-нафтоле зависит от кислотности среды – в слабokислой среде замещению подвергается положение 2, в то время как в присутствии суперкислот – положение 6. Отметим, что этот факт также косвенно указывает на суперкислый характер реакционной среды в нашем случае.

Проведённые квантово-химические расчёты показали, что энергия переходного состояния для реакции фосфакумарина с ароматическими соединениями значительно снижается при переходе от катиона фосфакумарина к комплексу этого катиона с трифторуксусной кислотой и далее к дикатиону. Согласно полученным данным, термодинамически наиболее предпочтительным является протекание реакции через дикатионную частицу, что согласуется с нашим предположением о суперэлектрофильной активации фосфакумарина в среде трифторуксусной кислоты.

Таким образом, в результате проведённых исследований нами был разработан оригинальный, эффективный метод синтеза новых 4-арилзамещённых фосфафлаваноидов, основанный на взаимодействии фосфакумаринов с ароматическими нуклеофилами в трифторуксусной кислоте, существенно расширяет синтетические возможности этой реакции. Согласно полученным данным, ключевую роль в этом процессе играет образование дикатионных частиц из фосфакумаринов или/и их водородно-связанных

комплексов с трифторуксусной кислотой. Важным отличием разработанного подхода от известных способов генерирования фосфорсодержащих суперэлектрофильных дикатионов является отсутствие необходимости в использовании суперкислот, а также сравнительно недорогие реагенты и катализаторы.

Публикации:

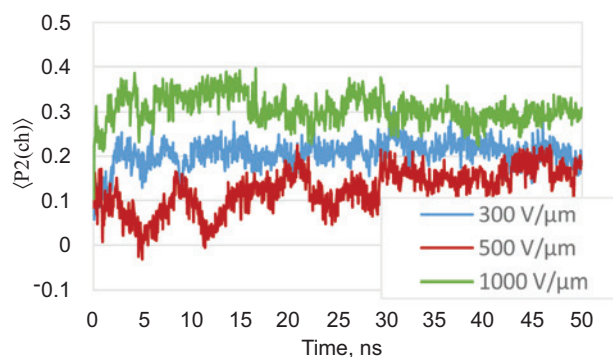
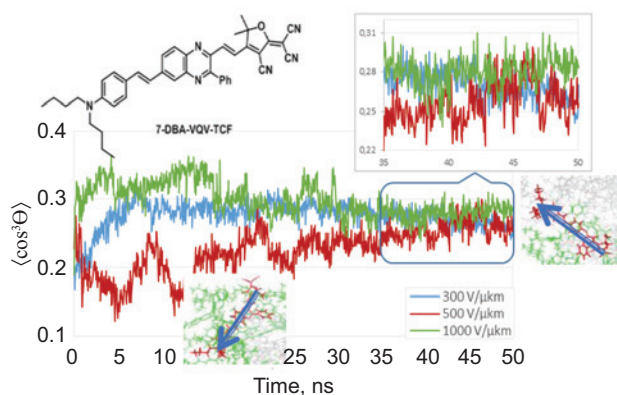
1. Zalatdinova A.V., Sadykova Y.M., Gazizov A.S., Smailov A.K., Syakaev V.V., Gerasimova D.P., Chugunova E.A., Akylbekov N.I., Zhapparbergenov R.U., Appazov N.O., Burilov A.R., Pudovik M.A., Alabugin I.V., Sinyashin O.G. *Superelectrophilic activation of phosphacoumarins towards weak nucleophiles via Brønsted acid assisted Brønsted acid catalysis* // Intern. J. Mol. Sci. – 2024 – Vol. 25. – Art. No. 6327. doi 10.3390/ijms25126327. Q1
2. Садыкова Ю.М., Залалтдинова А.В., Смаилов А.К., Трофимова Л.М., Воронина Ю.В., Бурилов А.В., Пудовик М.А. *Синтез каркасных фосфонатов несимметричного строения из гетероциклических систем на основе 2Н-бензо[е]-1,2-оксафосфорина* // ХГС. – 2020. – № 12. – С. 1605-1610. Q3
3. Залалтдинова А.В., Смаилов А.К., Садыкова Ю.М., Бурилов А.Р. *Синтез каркасных фосфонатов несимметричного типа в результате реакции 2Н-1,2-бензоксафосфинина с функциональнозамещёнными резорцинами* // I Междисциплинарная всероссийская молодёжная научная школа-конференция с международным участием “Молекулярный дизайн биологически активных веществ:

биохимические и медицинские аспекты”, посвящённая 120-летию со дня рождения академика Б. А. Арбузова, Казань, 16–20 сентября 2024, Сборник тезисов докладов. – С. 157.

4. Залалтдинова А.В., Смаилов А.К., Садыкова Ю.М., Герасимова Д.П., Газизов А.С., Бурилов А.Р. *Синтез новых несимметричных каркасных фосфонатов, содержащих терминальные функциональные группы* // II Междисциплинарная всероссийская молодёжная научная школа-конференция с международным участием “Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты”, Казань, 16–20 сентября 2024, Сборник тезисов докладов. – С. 102.

10.

Разработан основанный на молекулярном моделировании подход к оценке параметра порядка, сформированного в ходе ориентации в приложенном электрическом поле, хиноксалиновых хромофоров в композиционном материале на основе полиметилметакрилата. Эффективность этого подхода для оптимизации квадратичной нелинейно-оптической активности материала определяется учётом совокупного влияния различных факторов: плотности материала, температуры и напряжённости приложенного электрического поля, свободного объёма и наличия в материале невалентных связей.



Авторский коллектив: Балакина М.Ю., Фоминых О.Д., Шарипова А.В., Калинин А.А.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № п 21-13-00206.

Аннотация. Одним из факторов, определяющих коэффициент d_{33} , характеризующий квадратичную нелинейно-оптическую (НЛО) активность полимерного хромофор-содержащего композиционного материала, является эффективный полинг, т.е. ориентация хромофоров в составе материала в приложенном электрическом поле. Сформированная таким образом упорядоченность молекулярных источников отклика является необходимым

условием для проявления материалом НЛО свойств. На динамику хромофоров в матрице влияет наряду с температурой и напряжённостью приложенного поля наличие объёмных групп в структуре хромофоров, а также невалентные взаимодействия между компонентами композиционного материала. На примере композиционных материалов с матрицей ПММА и хромофорами-гостями DBA-VQV-TCF, содержащими дибутиланилиновый донор, дивинилхиноксалиновый π -электронный мостик и трицианофурановый акцептор, продемонстрирован способ оценки как нецентросимметричного параметра порядка

хромофоров, $\langle \cos^3 \Theta \rangle$, определяющего величину НЛО отклика, так и centrosymmetric параметра порядка, $\langle P2(ch) \rangle$, определяемого по УФ-спектрам материала, причём отдельно оценены вклады от хромофоров и полимерных цепей, что сделано впервые. Расчёт молекулярной первой гиперполяризуемости хромофоров и оценка неcentrosymmetric параметра порядка позволяют предсказать значения макроскопических характеристик материала – НЛО коэффициентов. Результаты молекулярного моделирования используются для разработки эффективного протокола полинга, в первую очередь, подбора температуры и напряжённости приложенного поля, что позволяет оптимизировать НЛО активность композиционного материала.

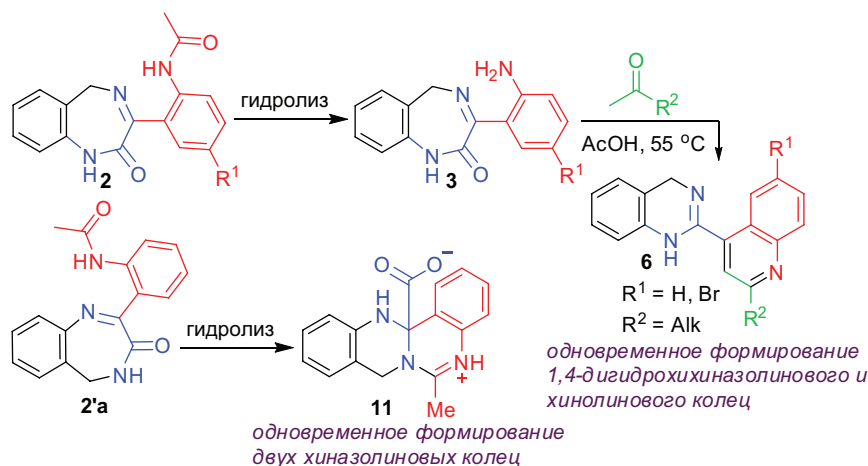
Публикации:

1. Fominykh O.D., Sharipova A.V., Balakina M.Yu. *Atomistic modeling of electric field poling of PMMA-based polymer material with guest quinoxaline chromophores* // J. Mol. Liq. – 2024. – Vol. 407. – Art. No. 125224. doi 10.1016/j.molliq.2024.125224. Q1
2. Kalinin A.A., Islamova L.N., Sharipova S.M., Fazleeva G.M., Shustikov A.A., Gaysin A.I., Shmelev A.G., Sharipova A.V., Vakhonina T.A., Fominykh O.D., Babaeva O.B.,

Khamatgalimov A.R., Balakina M.Yu. *Synthesis of D- π -A'- π -A chromophores with quinoxaline core as auxiliary acceptor and effect of various silicon-substituted donor moieties on thermal and nonlinear optical properties at molecular and material level* // Molecules. – 2023. – Vol. 28. – P. 531. doi 10.3390/molecules28020531. Q1

11.

Найдены новые бензо[e][1,4]дiazепинон–хиназолиновые перегруппировки изомерных 5H-бензо[e][1,4]diazепин-2(1H)-онов и 5H-бензо[e][1,4]diazепин-3(4H)-онов, которые открывают путь к ранее неизвестным би- и конденсированным гетероциклическим системам с фармакофорными хиназолиновым и хинолиновым фрагментами, входящими в состав лекарственных препаратов широкого спектра действия. Первая перегруппировка представляет собой кислотно-катализируемую рециклизацию 3-(2-аминофенил)-5H-бензо[e][1,4]diazепин-2(1H)-онов под действием алкилметилкетонов по типу перегруппировки Мамедова, вторая – катализируемую основанием внутримолекулярную рециклизацию N-(2-(5H-бензо[e][1,4]diazепин-3(4H)-он-2-ил)фенил)ацетамида.



Авторский коллектив: Мамедов В.А., Жукова Н.А., Сякаев В.В., Губайдуллин А.Т., Бесчастнова Т.Н., Первалова Д.С., Бабаева О.Б., Ризванов И.Х., Сияяшин О.Г.

Аннотация. С целью поиска новых удобных подходов к синтезу бигетероциклических и конденсированных производных хиназолина получены 3-(2-аминофенил)-5H-бензо[e][1,4]diazепин-2(1H)-он и изомерные N-(2-(5H-бензо[e][1,4]diazепинонил)фенил)ацетамида и изучены их реакции рециклизации.

3-(2-Аминофенил)-5H-бензо[e][1,4]diazепин-2(1H)-оны **3a, 3б** получены в две стадии: 1) реакцией N-ацетилизатинов **1a, б** с 2-аминобензиламином с образованием N-{2-[5H-бензо[e][1,4]diazепин-2(1H)-он-3-ил]фенил}ацетамидов **2a, б**; 2) щелочным гидролизом соединений **2a, б** (схема 1). При этом найдено, что щелочной гидролиз соеди-

нения **2a** наряду с образованием целевого продукта **3a** приводит к образованию другого продукта в следовых количествах – 5,7,12,14-тетрагидро-6H-14,5a-(эпимино[1,2]-бензено)бензо[5,6][1,4]diazепино[2,1-b]хиназолин-6-она **4a**, структура которого была установлена методом РСА (схема 1, рис. 1).

Реакции 3-(2-аминофенил)-5H-бензо[e][1,4]diazепин-2(1H)-онов **3a** и **3б** с алкилметилкетонами **5** при нагревании в уксусной кислоте обеспечивают образование ожидаемых продуктов перегруппировки – 2-(хинолин-4-ил)-1,4-дигидрохиназолинов **6a–д** (таблица 1).

В качестве побочных продуктов из реакционной смеси были выделены 2-алкилхинолины **7a–д**. Структура соединения **6a** подтверждена методом РСА (рис. 2).

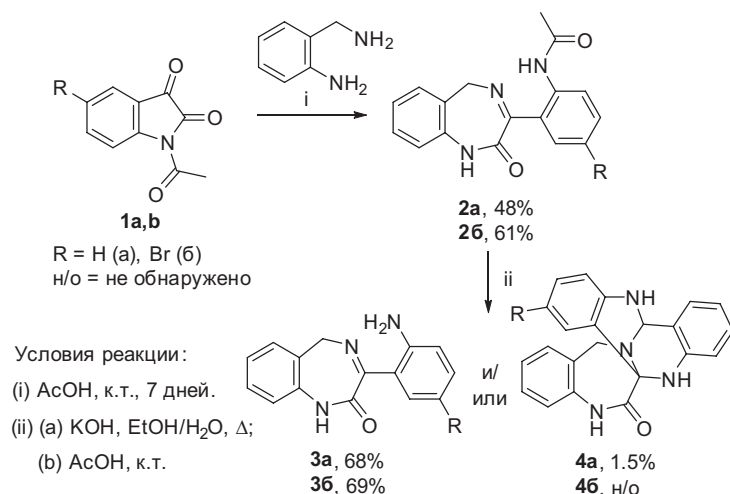


Схема 1. Синтез и щелочной гидролиз соединений **2a,b**.

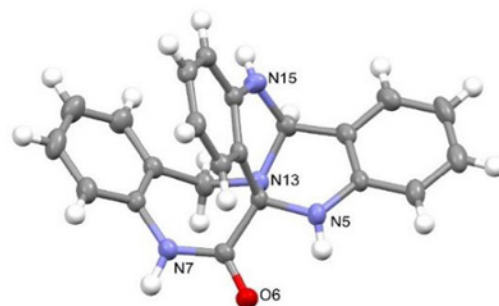
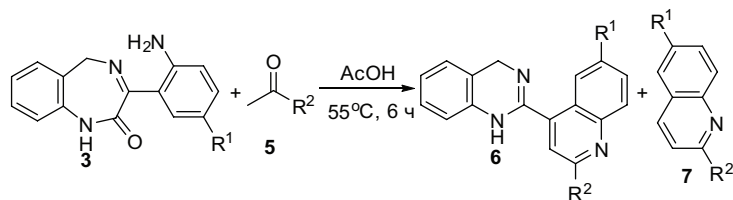


Рис. 1. Геометрия молекулы в кристалле **4a** (CCDC2368940).

Таблица 1. Реакция 3-(2-аминофенил)-5Н-бензо[с][1,4]дiazепин-2(1Н)-онов **3a,b** с алкилметилкетонами **5**.



№	3	R ¹	5	R ²	6	Yield, % ^a	7	Yield, % ^a
1	3a	H	5a	Me	6a	78	7a	5
2	3a	H	5b	Et	6b	47	7b	21
3	3a	H	5в	<i>n</i> -Pr	6в	69	7в	— ^б
4	3a	H	5г	<i>n</i> -Bu	6г	71	7г	6
5	3б	Br	5a	Me	6д	73	7д	— ^б

^a Выход соединений после колоночной хроматографии.

^б **7в** и **7д** не были выделены в чистом виде.

Соединения **6** способны к ароматизации, что было продемонстрировано на примере производного 1,4-дигидрохиназолина **6д**, которое превращается в соединение **8**

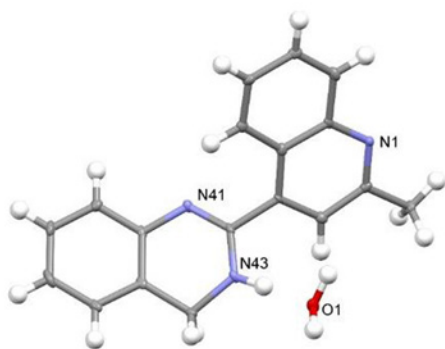


Рис. 2. Геометрия молекулы в кристалле **6a** (CCDC2368941).

с количественным выходом при комнатной температуре в ДМСО в течение 3 месяцев (схема 3).

На основании полученных экспериментальных результатов и литературных данных предложен механизм реакции (схема 4).

С целью получения изомерного бензодиазепинону **3a** бензодиазепинона **3'a** синтезировано ацетамидопроизводное бензодиазепинона **2'a** в две стадии (схема 4): 1) рас-

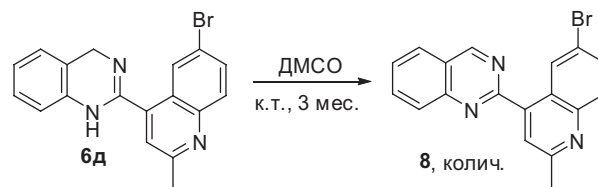


Схема 3. Окисление 1,4-дигидрохиназолина **6д** в ДМСО в хинаялин **8**.

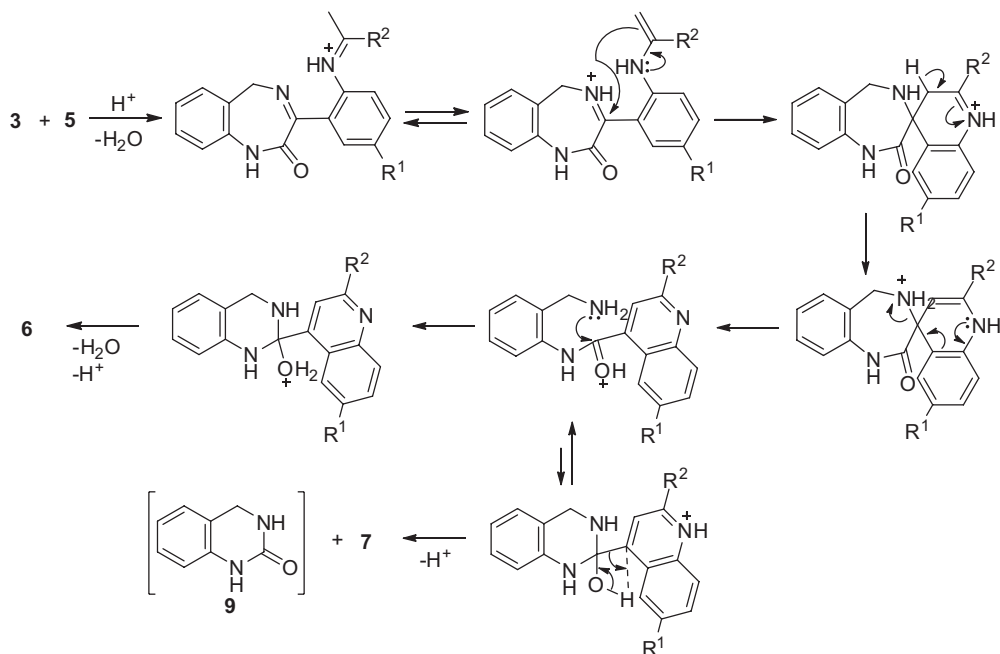
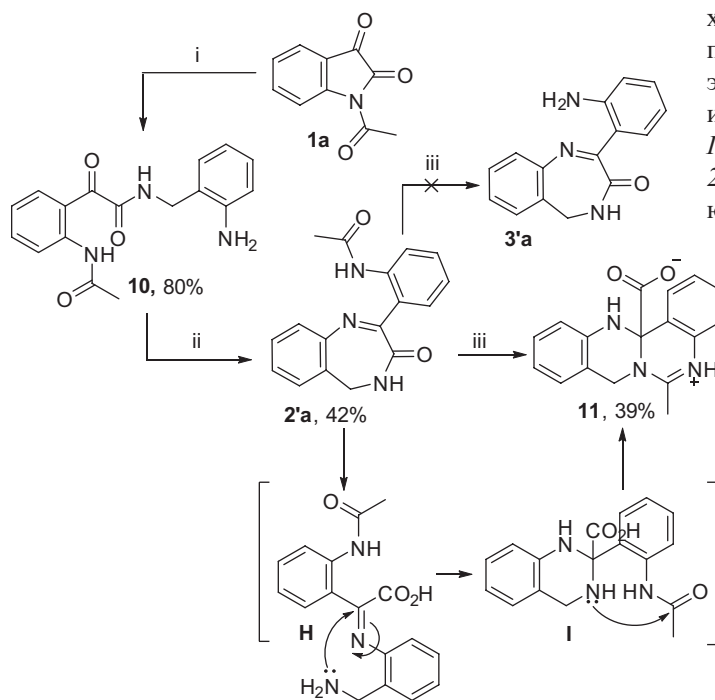


Схема 4. Предполагаемый механизм образования соединений 6 и 7.

крытием изатинového кольца с образованием соединения **10**; 2) реакцией соединения **10** с 2-аминобензиламином. Однако в отличие от бензодиазепинона **2a** щелочной гидролиз бензодиазепинона **2'a** привёл к образованию

не ожидаемого амина **3'a**, а 6-метил-8,13-дигидро-13aH-хиназолино[4,3-*b*]хиназолин-5-ий-13a-карбоксилата **11**, структура которого подтверждена методом РСА (схема 5, рис. 3).

Важно отметить, что в отличие от известных перегруппировок 1,4-бензодиазепинов с образованием хиназолинового кольца, которые происходят в результате перициклического сужения диазепинонового кольца (4+2 электроциклические реакции) через трициклические интермедиаты, дигидроазирино[2,1-*b*]хиназолины [Eur. J. Inorg. Chem. 2001, 2001, 2647; J. Heterocyclic Chem. 1986, 23, 1263], в нашем случае бензодиазепиноны подвергаются внутримолекулярной перегруппировке по ANRORC



Условия реакции: (i) (а) EtOH, Δ, 4 ч, (б) 2-аминобензиламин, 5-25 °С. (ii) AcOH, к.т., 7 дней. (iii) (а) KOH, EtOH/H₂O, Δ; (б) AcOH, к.т.

Схема 5. Синтез и щелочной гидролиз соединения **2'a**.



Рис. 3. Геометрия молекулы в кристалле **11** (CCDC2368942).

механизму с участием енаминового фрагмента, генерируемого *in situ* под действием кетонов, с последующим одновременным образованием не только хиназолинового, но и хинолинового кольца в продуктах реакции.

Таким образом, найдены новые перегруппировки в ряду 1,4-бензодиазепинонов. Показано, что 3-(2-аминофенил)-5*H*-бензо[*e*][1,4]дiazепин-2(1*H*)-оны в кислотно-катализируемых условиях под действием алкилметилкетонов подвергаются перегруппировке с образованием 2-(хинолин-4-ил)-1,4-дигидрохиназолинов, а *N*-(2-(5*H*-бензо[*e*][1,4]дiazепин-3(4*H*)-он-2-ил)фенил)ацетамид в водно-спиртовом растворе КОН подвергается перегруппировке с образованием 6-метил-8,13-дигидро-13*aH*-хиназолино[4,3-*b*]хиназолин-5-ий-13*a*-карбоксилата. Эти перегруппировки открывают простой путь к новым бигетероциклическим и конденсированным хиназолиновым системам.

Публикации:

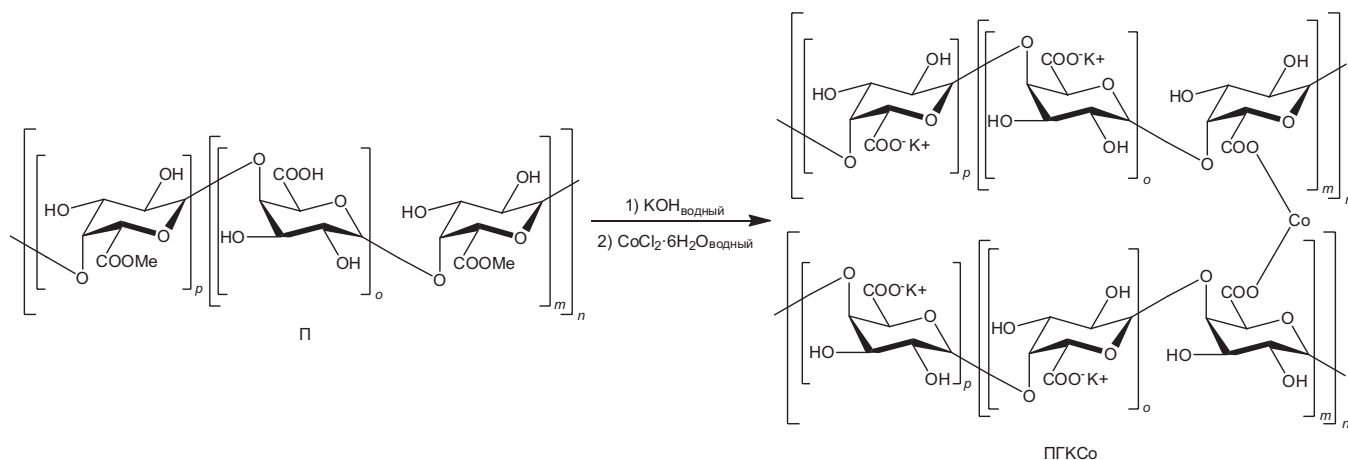
1. Mamedov V.A., Zhukova N.A., Syakaev V.A., Gubaidulin A.T., Beschastnova T.N., Perevalova D.S., Babaeva

O.B., Rizvanov I.Kh., Sinyashin O.G. *AcOH-Catalyzed rearrangements of benzo[*e*][1,4]diazepin-2(and 3)-ones – easy access to 1,4-dihydroquinazolines and their condensed analogs* // J. Org. Chem. – 2024. – Vol. 89. – P. 14577-14585. doi 10.1021/acs.joc.4c01721. Q1

12.

Впервые обнаружено противоопухолевое действие водорастворимых комплексов полигалактуронатов кобальта с калием (ПГКCo) и натрием (ПГNaCo), а также их фармакологической композиции 1:1, в отношении опухолевых клеток карциномы лёгкого человека A549 и карциномы шейки матки M-HeLa в сочетании с высоким уровнем селективности, превышающим показатели препарата сравнения (Арглабин).

Авторский коллектив: Минзанова С.Т., Чекунков Е.В., Хабибуллина А.В., Миронова Л.Г., Хаматгалимов А.Р., Волошина А.Д., Миронов В.Ф., Милуков В.А.



Аннотация. Представленные научные результаты направлены на решение проблемы, связанной с расширением арсенала селективных малотоксичных биодоступных противоопухолевых средств на основе водорастворимых пектиновых металлокомплексов с макроэлементами К и Na, а также микроэлементом кобальтом. Среди природных полимеров-носителей с потенциальной химиотерапевтической активностью большое внимание уделяется пектиновым полисахаридам, обладающим широким спектром биологической активности (иммуномодулирующей, противовоспалительной, антибактериальной, антиоксидантной и противоопухолевой), а благодаря наличию свободных карбоксильных групп комплексобразующей способностью, что обуславливает их использование в медицине в качестве детоксикантов и радиопротекторов. Исследования химиотерапевтических средств на основе металлов получили развитие после случайного открытия цисплатина и родственных комплексов (карбоплатин и оксиплатин) в качестве потенциальных противораковых агентов.

В связи с вышесказанным, на основе разработанного способа получения водорастворимого комплекса полигалактуроната калия и кобальта (ПГКCo) (рис. 1) и синтезированного нами ранее полигалактуроната натрия и кобальта (ПГNaCo) впервые получена фармакологическая композиция (ФК), содержащая одновременно макроэлементы К и Na и микроэлемент Co. С использованием современных физико-химических методов (АСМ, ТГА/ДСК, ИК и ¹³C ЯМР спектроскопия, вискозиметрия) исследованы физико-химические свойства, на элементном анализаторе найден их состав.

Изучено влияние полигалактуронатов ПГКCo, ПГNaCo и ФК на жизнеспособность клеток опухолевых линий различного генеза *in vitro*. В качестве препаратов сравнения использовали цитрусовый пектин, метанольный экстракт *Thymus vulgaris* L. (тимьян обыкновенный) и лекарственный препарат Арглабин, представляющий собой лиофилизат биологически активного сесквитерпенового лактона, выделенного из полыни гладкой *Artemisia glabella*.

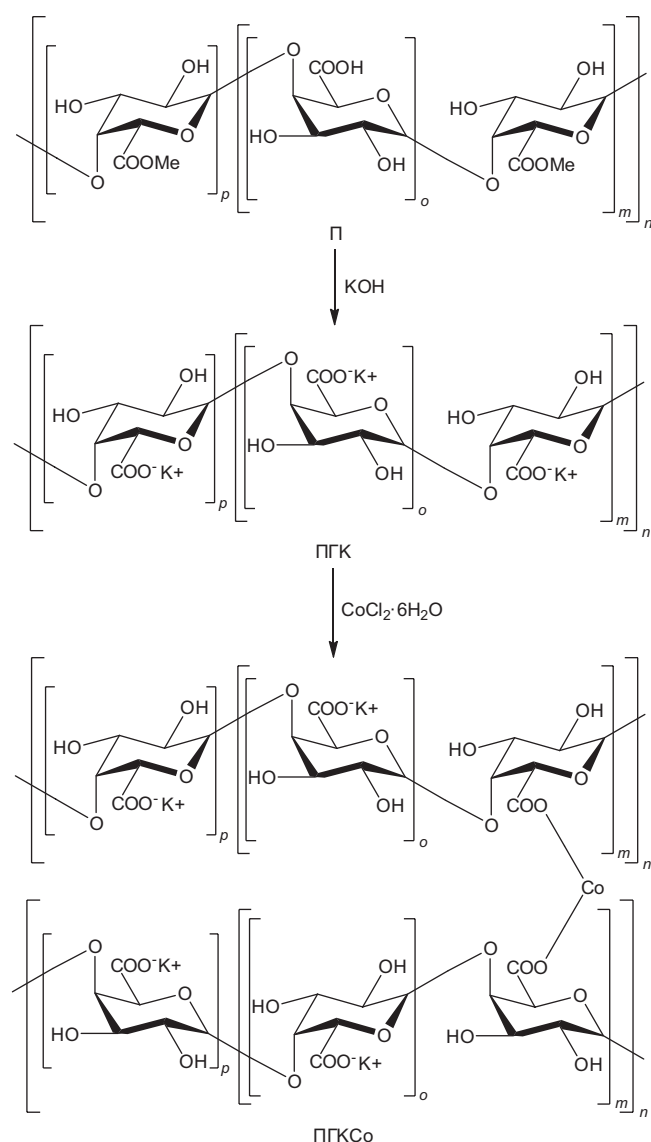


Рис. 1. Схема синтеза PGKCo.

Показано, что целевые продукты обладают водорастворимостью, малой токсичностью (ЛД₅₀ выше 5000 мг/кг) и высокой селективной цитотоксической активностью в отношении опухолевой клеточной линии карциномы лёгкого человека A549 и карциномы шейки матки M-HeLa. Так, водорастворимый ПГNaCo демонстрирует высокую цитотоксичность в отношении опухолевых клеток карциномы лёгкого человека A549 (IC₅₀ 0.023 мас.%) при индексе селективности, равном 39 (IC₅₀ 0.9 мас.%) в отношении *Chang liver* (к высокоселективным относятся соединения с SI ≥ 10). Аналогичным образом ПГKCo и ФК показывают высокую цитотоксичность в отношении опухолевых клеток карциномы лёгкого человека A549 (IC₅₀ 0.06 и 0.09 мас.% соответственно), карциномы шейки матки M-HeLa (0.05 и 0.3 мас.% соответственно). При этом индекс селективности SI для ПГKCo на клетках M-HeLa составляет более 20, а на клетках A549 SI более 17, что указывает на высокую селективность ПГKCo в отношении данных опухолевых линий. ФК является высокоселективной в отношении карциномы лёгкого человека A549 (SI > 11, табл. 1). Следует отметить, что практически все исследованные соединения превосходят выбранные препараты сравнения – метанольный экстракт *Thymus vulgaris* L. и цитрусовый пектин по цитотоксичности в отношении онкоклеток. При этом они имеют большую селективность по сравнению с указанными сравниваемыми средствами: (SI) метанольного экстракта *Thymus vulgaris* L. в отношении M-HeLa составляет 1.4; пектин цитрусовый не обладает селективностью, показатели его цитотоксичности (IC₅₀) в отношении всех видов раковых клеток и нормальных клеток печени (*Chang liver*) превышают 1.5%. Лекарственный препарат Арглабин является эффективным противоопухолевым средством, что иллюстрируют данные таблицы 1. Основным недостатком Арглабина является полное отсутствие селективности, его индекс селективности в отношении клеточной линии A549 составляет 0.8, а в отношении M-HeLa – 0.6. Полученные результаты подтверждают перспективность водорастворимых металлокомплексов ПГKCo, ПГNaCo и ФК для создания малотоксичных эффективных лекарственных средств противоопухолевого действия для перорального применения ЛС.

Таблица 1. Цитотоксичность ПГKCo, ПГNaCo и ФК (ПГKCo:ПГNaCo (1:1)).

Образцы	Опухолевые клеточные линии			
	A549 ^a	M-HeLa ^b		
	IC50, %	SI	IC50, %	SI
ПГKCo	0.06±	>17	0.05±	>20
ПГNaCo	0.023±0.002	39	2.2±0.2	0.4
ФК	0.09±0.08	>11	0.3±0.01	>3
Цитрусовый пектин	>1.5	1.0	>1.5	1.0
Метанольный экстракт <i>Thymus vulgaris</i> L.	0.34±0.02	1.1	0.25±0.02	1.4
Арглабин	0.0008±0.0001	0.8	0.0010±0.0008	0.6

^a A549 – карцинома лёгкого человека.^b M-HeLa – эпителиоидная карцинома шейки матки человека.

В конкурсе “50 лучших инновационных идей для РТ”, номинация АО “Связьинвестнефтехим” получен Диплом “50 лучших инновационных идей для РТ”, проект “Противоопухолевые средства на основе макро- и микроэлементсодержащих полигалактуронатов”. (Победитель конкурса 2023 г. Минзанова Салима Тахиятулловна).

Публикации:

1. Патент РФ на изобретение № 2792613. Противоопухолевые средства на основе макро- и микроэлементсодержащих полигалактуронатов // Минзанова С.Т., Милюков В.А., Чекунов Е.В., Миронова Л.Г., Волошина А.Д., Сапунова А.С., Архипова Д.М., Хабибуллина А.В. (Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 22.03.2023 г.).
2. Патент РФ на изобретение № 2794885 от 25.04.2023. Натрий-кобальт-полигалактуронат, обладающий противоопухолевой активностью // Минзанова С.Т., Милюков В.А., Чекунов Е.В., Миронова Л.Г., Волошина А.Д., Сапунова А.С., Архипова Д.М., Хабибуллина А.В. (Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 25.04.2023 г.).
3. Минзанова С.Т., Чекунов Е.В., Волошина А.Д., Миронова Л.Г., Хабибуллина А.В., Милюков В.А., Миронов В.Ф. Противоопухолевая активность кобальтсодержащих комплексов полигалактуронатов калия и натрия и фармакологической композиции на их основе // Доклады Российской академии наук. Химия, науки о материалах. – 2024. – Т. 515, № 1. – С. 36-44. doi 10.31857/S2686953524020044

4. Minzanova S.T., Mironov V.F., Arkhipova D.M., Khabibullina A.V., Mironova L.G., Zakirova Y.M., Milyukov V.A. *Biological activity and pharmacological application of pectic polysaccharides: A review* // Polymers. – 2018. – Vol. 10, Is. 12. – P. 1407. doi 10.3390/polym10121407.
5. Минзанова С.Т., Чекунов Е.В., Волошина А.Д., Холин К.В., Милюков В.А. Цитотоксичность новой фармакологической композиции на основе пектатов кобальта в отношении клеточной линии A549 // Тезисы докладов XIII Международной научной конференции и школы молодых учёных “Химия и технология растительных веществ”. Сыктывкар, 28 мая–1 июня 2024 г. Сборник тезисов. Т. 1. – С. 133. <http://chemi.komisc.ru/ru/conference/>

13.

Впервые продемонстрирована возможность использования молекулярно-ситового эффекта мелкопористого силикагеля для адсорбционного концентрирования нефтяных ванадилпорфиринов из раствора асфальтенов. Установлено, что при превышении критической концентрации образования асфальтеновых кластеров в растворе продолжают присутствовать меньшие по размеру наноагрегаты и не агрегированные молекулы асфальтенов и ванадилпорфиринов. При адсорбции молекулы асфальтенов и ванадилпорфиринов диффундируют в порах мелкопористого силикагеля намного быстрее наноагрегатов, тогда как асфальтеновые кластеры практически не проникают в адсорбент, что приводит к многократному увеличению доли ванадилпорфиринов в адсорбате.

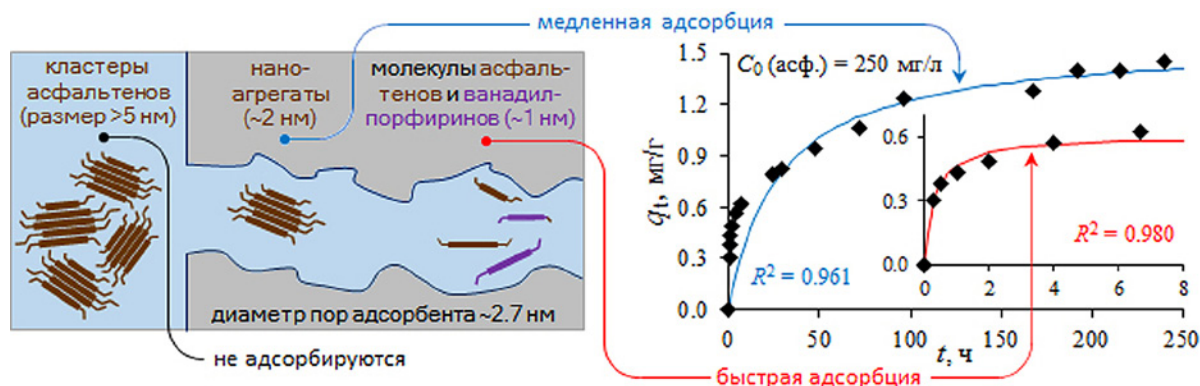


Рис. 1.

Авторский коллектив: Миронов Н.А., Якубов М.Р., Милордов Д.В., Тазеева Э.Г., Якубова С.Г.

Аннотация. Для успешного вовлечения в нефтепереработку тяжёлого нефтяного сырья с повышенным содержанием ванадия необходимо его обогащение с применением дополнительных технологических процессов с целью удаления нежелательных соединений металлов, которые необратимо дезактивируют катализа-

торы гидрокрекинга. Основная часть нефтяного ванадия находится в составе ванадилпорфиринов. Разработка способов извлечения из нефтяного сырья ванадилпорфиринов, не деструктивных в отношении порфиринового макроцикла, будет иметь комплексный эффект за счёт уменьшения дезактивации катализаторов и получения новых высокоценных продуктов на основе нефтяных

порфиринов – аналогов синтетических фталоцианинов, промышленное производство которых непрерывно растёт и уже превышает 140 тыс. тонн в год.

Адсорбционно-хроматографический метод является единственным способом получения чистых нефтяных ванадилпорфиринов. Из-за чрезвычайно сложного компонентного состава полярных фракций нефти, в которых аккумулируются ванадилпорфирины, требуется проведение нескольких циклов очистки, что материально- и трудозатратно. Для повышения эффективности адсорбционного способа концентрирования ванадилпорфиринов мы впервые скомбинировали его с молекулярно-ситовым эффектом по отношению к асфальтенам. Для этого был выбран коммерчески доступный силикагель марки КСМГ, порометрические характеристики которого оказались подходящими для данной цели.

Спектрофотометрическое исследование кинетики адсорбции асфальтенов и входящих в их состав ванадилпорфиринов (1.9 мас.%) позволило установить, что при начальных концентрациях асфальтенов в бензоле 0.15–10 г/л экспериментальные кинетические кривые являются наложением двух кинетических трендов, один из которых относится к быстрой адсорбции не агрегированных молекул асфальтенов и ванадилпорфиринов, а другой – к медленной адсорбции асфальтеновых наноагрегатов (рис. 1). Размер последних лишь немногим меньше среднего диаметра пор адсорбента, что делает их внутрипоровую диффузию лимитирующей стадией процесса адсорбции асфальтенов. Асфальтеновые кластеры не вносят существенного вклада в адсорбцию из-за молекулярно-ситового эффекта. Также было установлено, что скорости адсорбции не агрегированных молекул асфальтенов и ванадилпорфиринов, находящихся в составе асфальтенов, почти не отличаются и совпадают со скоростью адсорбции изолированных ванадилпорфиринов. Из совокупности полученных результатов следует вывод о том, что при концентрациях выше критических концентраций образования асфальтеновых наноагрегатов (~100 мг/л) и асфальтеновых кластеров (2–5 г/л) в растворе продолжают оставаться не агрегированные молекулы

асфальтенов и ванадилпорфиринов, что является важным дополнением известной модели Йена-Маллинза, объясняющей коллоидные свойства асфальтенов.

Благодаря тому, что асфальтеновые кластеры не проникают в адсорбент, а адсорбция наноагрегатов протекает на 1–2 порядка медленнее, чем ванадилпорфиринов, последние тем эффективнее накапливаются в адсорбенте, чем выше начальная концентрация раствора асфальтенов (рис. 2).

При оптимальных условиях проведения адсорбции содержание ванадилпорфиринов в составе адсорбата возрастает в 6 раз по сравнению с их количеством в исходных асфальтенах. В контрольных экспериментах с обычным крупнопористым силикагелем (средний диаметр пор ~9 нм) селективность адсорбента к ванадилпорфиринам отсутствовала, т.к. скорости внутрипоровой диффузии асфальтеновых наноагрегатов и ванадилпорфиринов выравнивались, а молекулярно-ситовый эффект по отношению к асфальтеновым кластерам не проявлялся. Полученные результаты подтверждают принципиальную возможность использования молекулярно-ситового эффекта для отделения ванадилпорфиринов от асфальтенов и лягут в основу создания более эффективных способов их очистки.

Публикации:

1. Mironov N., Tazeeva E., Milordov D., Yakubova S., Yakubov M. *Use of near-to-microporous silica gel for selective separation of petroleum vanadyl porphyrins from asphaltene clusters* // Energy Fuels. – 2024. – Vol. 38, Is. 18. – P. 17412-17424. doi 10.1021/acs.energyfuels.4c03180. Q1
2. Mironov N.A., Tazeeva E.G., Milordov D.V., Yakubova S.G., Yakubov M.R. *Influence of the moisture content of mesoporous silica gel on the efficiency of the chromatographic recovery of vanadyl petroporphyrins with benzene* // Russ. J. Appl. Chem. – 2023. – Vol. 96. – P. 332-341. doi 10.1134/S1070427223030096. Q4

14.

Разработан дивергентный синтез труднодоступных производных 4-замещённых, 3,4-дизамещённых бензооксафосфоринов, содержащих как трёх- так и четырёхкоординированный атом фосфора, а также 3,3-дизамещённых бензоксафосфолов на основе реакций 2-алкенилфенолов с хлоридами фосфора (III/V), позволяющей направленно получать с высокими выходами каждый из перечисленных классов потенциально биоактивных фосфорсодержащих гетероциклических соединений за счёт варьирования условий реакции.

Авторский коллектив: Татаринов Д.А., Микуленкова Э.А., Литвинов И.А., Миронов В.Ф.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 22-23-00853.

Аннотация. Разработан дивергентный синтез бензоксафосфолов и бензооксафосфоринов на основе реакций

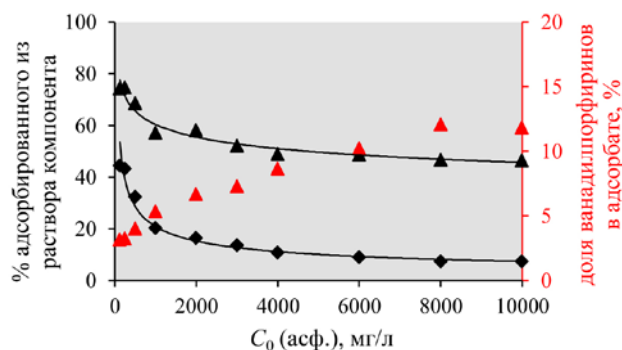
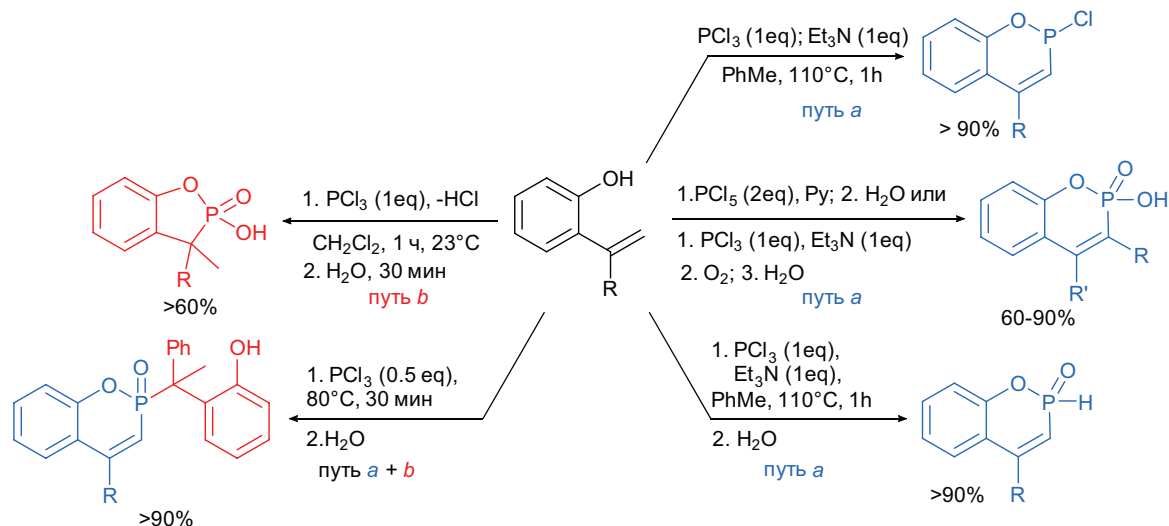


Рис. 2. Левая вертикальная ось: доля ванадилпорфиринов (▲) и асфальтенов (◆), адсорбированных из бензольного раствора асфальтенов силикагелем КСМГ. Правая вертикальная ось: содержание ванадилпорфиринов в составе адсорбированных асфальтенов.



хлоридов фосфора (III)/(V) с 2-алкенилфенолами. Так, реакция 2-алкенилфенолов с пентахлоридом фосфора в присутствии пиридина позволяет получать бензооксафосфорины с четырёхкоординированным атомом фосфора. В тоже время реакция 2-алкенилфенолов с трихлоридом фосфора в присутствии основания селективно приводит к бензооксафосфоринам с трёх- и четырёхкоординированным атомом фосфора высокими выходами (путь a).

В отсутствие основания, хлористый водород, выделяющийся при взаимодействии трихлорида фосфора с фенольной группой 2-алкенилфенола, меняет направление реакции, и основными продуктами становятся бензооксафосфолены (путь b). Более того, проведение этого процесса сначала в условиях, благоприятных для пути a, а затем в условиях, благоприятных для пути b, приводит к тому, что основным продуктом реакции становится бензооксафосфорин, содержащий две связи P-C. Таким образом, изменяя условия реакции, можно контролировать её ход и обеспечивать образование целевых соединений.

При этом структура субстрата также оказывает влияние на ход реакции. Так, отсутствие заместителя в положении 1 двойной связи препятствует образованию как

бензооксафосфоленов, так и фосфоринов. Алифатический заместитель в положении 1 двойной связи приводит к замедлению реакции с замыканием пятичленного цикла, в то время как на скорость образования фосфоринов существенно не влияет. Примечательно, что реакция продемонстрировала высокую эффективность и широкий субстратный диапазон для конструирования большого количества фосфорных гетероциклов различного размера и валентности фосфора из одних и тех же исходных веществ.

Публикации:

1. Tatarinov D.A., Mikulenkova E.A., Litvinov I.A., Khayarov K.R., Mironov V.F. *Divergent synthesis of benzoxaphospholenes and phosphacoumarins via the reaction of 2-alkenylphenols with phosphorus(III/V) chlorides* // Org. Biomol. Chem. – 2024. – Vol. 22. – P. 1629-1633. doi 10.1039/d3ob01718d. Q1
2. Tatarinov D.A., Mikulenkova E.A., Litvinov I.A., Mironov V.F. *Efficient one-pot synthesis of 2-(2-hydroxyaryl)-2,4,4-trimethylchromanes from 1-(2-hydroxyaryl)-ethanones* // Mendelev Commun. – 2023. – Vol. 33. – P. 850-852. doi 10.1016/j.mencom.2023.10.037. Q3

Награды, почётные звания, премии, стипендии, дипломы

Государственные награды Российской Федерации

Орденом “Дружбы” награждён академик **Олег Герольдович Синяшин**.

Торжественное вручение государственной награды состоялась в Казанском Кремле, в рамках мероприятий, посвящённых Дню России.



Академик РАН О. Г. Синяшин. Казанский Кремль. 12 июня 2024 года.



Слева направо: Помощник Президента РФ Алексей Геннадьевич Дюмин, академик РАН Олег Герольдович Синяшин, Раис Республики Татарстан Рустам Нургалиевич Минниханов.

Благодарственное письмо Президента Российской Федерации **В. В. Путина** члену-корреспонденту РАН **Игорю Сергеевичу Антипину** торжественно вручил 7 мая 2024 года на Общем собрании Отделения химии и наук о материалах РАН, посвящённом 300-летию Российской академии наук, академик-секретарь отделения **М. П. Егоров**.



Государственные награды Республики Татарстан

Медалью ордена “За заслуги перед Республикой Татарстан” награждён руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корреспондент РАН Андрей Анатольевич Карасик.



Слева направо: Раис Республики Татарстан Р. Н. Минниханов, руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова А. А. Карасик, Министр науки и высшего образования Российской Федерации В. Н. Фальков.

Ведомственные награды Минобрнауки России

- Почётное звание “Почётный работник науки и высоких технологий Российской Федерации” получили два доктора химических наук – Губайдуллин Айдар Тимергалиевич и Литвинов Игорь Анатольевич (лаборатория Дифракционных методов исследования).
- Благодарности Министерства науки и высшего образования Российской Федерации были удостоены доктора химических наук Якубов Махмут Ренатович (заведующий лабораторией Переработки нефти и природных битумов), Калинин Алексей Александрович (в.н.с. лаборатории Функциональных материалов) и Юсупова Татьяна Николаевна (в.н.с. лаборатории Химии и геохимии нефти).

Ведомственные награды Минобрнауки Республики Татарстан

- Почётная грамота Минобрнауки Республики Татарстан вручена кандидатам химических наук – Жильцовой Елене Петровне (с.н.с. лаборатории Высокоорганизованных сред) и Елистратовой Юлии Геннадьевне (с.н.с. лаборатории Физико-химии супрамолекулярных систем).
- Нагрудным знаком “Почётный наставник” Минобрнауки Республики Татарстан отмечена кандидат химических наук Стробыкина Ирина Юрьевна (с.н.с. лаборатории Фосфорсодержащих аналогов природных соединений).

Юбилейная медаль “300 лет Российской академии наук”

Юбилейная медаль “300 лет Российской академии наук” – юбилейная медаль Российской Федерации, учреждённая Указом Президента Российской Федерации от 5 декабря 2022 г. N 874 как государственная награда Российской Федерации была вручена от имени Президента Российской Федерации следующим сотрудникам ИОФХ им. А. Е. Арбузова:

- академику РАН Синяшину Олегу Герольдовичу
- члену-корреспонденту РАН Карасику Андрею Анатольевичу
- члену-корреспонденту РАН Антипину Игорю Сергеевичу
- члену-корреспонденту РАН Миронову Владимиру Фёдоровичу
- профессору РАН Яхварову Дмитрию Григорьевичу

- д.х.н. Балакиной Марине Юрьевне
- д.х.н. Бурилову Александру Романовичу
- д.х.н. Будниковой Юлию Германовне
- д.х.н. Захаровой Люции Ярулловне
- д.х.н. Катаеву Владимиру Евгеньевичу
- д.х.н. Кацюбе Сергею Александровичу

- д.х.н. Латыпову Шамилю Камильевичу
- д.х.н. Литвинову Игорю Анатольевичу
- д.х.н. Мамедову Вахиду Абдулла-оглы
- д.х.н. Мустафиной Асие Рафаэлевне
- д.х.н. Пудовику Михаилу Аркадьевичу
- Никоновой Вере Юрьевне



Юбилейная медаль
“300 лет РАН”.

Слева направо: М. Ю. Балакина, Ш. К. Латыпов, Ю. Г. Будникова, В. А. Мамедов, Л. Я. Захарова, А. Р. Мустафина, А. А. Карасик, В. Ю. Никонова, И. А. Литвинов, А. В. Торопчина.

Награды Академии наук Республики Татарстан

Звание “Профессор Академии наук Республики Татарстан” получили доктора химических наук **Хаматгалимов Айрат Раисович** (заместитель руководителя ИОФХ им. А. Е. Арбузова) и **Газизов Альмир Сабирович** (в.н.с. лаборатории Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика).

Звание “Профессор Академии наук Республики Татарстан” было учреждено приказом Президента Академии наук Республики Татарстан от 08.02.2024 №25. Согласно Положению о звании “Профессор Академии наук

Республики Татарстан”, звание присваивается учёным, осуществляющим научную (научно-исследовательскую) и (или) научно-образовательную деятельность в научных организациях и образовательных организациях высшего образования, за высокие научные и научно-педагогические достижения, активное участие в создании и внедрении новых знаний, технологий и разработок в экономику, культуру и социальную сферу Республики Татарстан, способствованию повышению международного престижа Академии наук Республики Татарстан.

Признание научного сообщества

- **Игорь Сергеевич Антипин** – доктор химических наук, член-корреспондент Российской академии наук, профессор КФУ, главный научный сотрудник и заведующий лабораторией Химии каликсаренов ИОФХ им. А. Е. Арбузова, стал **Зининским чтецом 2024 года** и награждён памятной медалью и дипломом.

Игорь Сергеевич Антипин выступил с лекцией в Санкт-Петербурге, посвящённой достижениям учёных Казанской химической школы в области супрамолекулярной химии. После лекции состоялась церемония награждения 32-го Зининского чтеца памятной медалью и дипломом.



Член-корреспондент РАН И. С. Антипин с памятной медалью и дипломом 32-го Зининского чтения.

Зининские чтения – знаковое событие в научной жизни России. Лекторами чтений, которые проводятся с 1992 года Санкт-Петербургским отделением Российского химического общества им. Д. И. Менделеева и Военно-медицинской академией, становятся известные учёные из научных центров и университетов России. Николай Зинин, в честь которого названы чтения, – это выпуск-

ник и выдающийся учёный Казанского императорского университета, один из создателей Казанской химической школы, а также основатель Санкт-Петербургской школы органической химии.

“То, что меня Петербургское отделение Российского химического общества и Военно-медицинская академия избрали Зининским чтением 2024 года, очень почётно. Это признание коллег – свидетельство того, что исследования мы проводим на высоком международном уровне, – сообщил И. С. Антипин. – Мой доклад состоял из трёх частей. В первой я рассказал о Казанском университете, Казанской химической школе. Вторая была посвящена фундаментальным исследованиям в области супрамолекулярной химии, в частности абсолютному асимметричному супрамолекулярному синтезу. В третьей части доклада я познакомил с результатами прикладных исследований. Я занимаюсь разработкой суперконструкционных полимерных материалов и композитов на их основе, часть их запущена в производство. Рад, что мой доклад вызвал очень большой интерес у коллег”.

Супрамолекулярная химия исследует самоорганизующиеся молекулярные системы, существующие и действующие за счёт слабых, нековалентных межмолекулярных контактов (силы Ван-дер-Ваальса, водородные связи и др.). Знаковое определение этому новому химическому направлению дал академик Александр Иванович Коновалов: “Супрамолекулярная химия – это мост между живой и неживой природой”.

– **Андрей Анатольевич Карасик – Почётный профессор Хэйлунцзянского университета (Китай).**

27 августа 2024 года доктору химических наук, профессору, члену-корреспонденту РАН, руководителю ИОФХ им. А. Е. Арбузова Андрею Анатольевичу Карасику присвоено звание Почётного профессора Хэйлунцзянского университета (Китайская народная республика).



Премии, стипендии и другие знаки поощрения для молодых учёных

Медаль Российской академии наук



Медаль с премией для обучающихся по программам высшего образования России по направлению: Химические науки за работу *“Синтез, супрамолекулярная организация в кристаллической фазе и противоопухолевая активность 2-арилметилиденовых производных тиазоло[3,2-а]пиримидина”* получила студентка 5-го курса КФУ, м.н.с. лаборатории Химии каликсаренов **Элина Ринатовна Габитова**.

Стипендию Президента РФ для аспирантов и адъюнктов получил **Тарасов Максим Вадимович** (м.н.с. лаборатории Электрохимического синтеза).

Лауреаты и финалисты Казанской премии имени Арбузовых за выдающиеся исследования в области фундаментальной и прикладной химии среди молодых учёных

- к.х.н. **Васильева Эльмира Альбертовна** (лаборатория Высокоорганизованных сред) – II место
- к.х.н. **Насибуллин Игорь Олегович** (лаборатория Фосфорорганических лигандов) – III место



- к.х.н. **Насретдинова Гульназ Рашитовна** (лаборатория Электрохимического синтеза) – финалист
- к.х.н. **Ризбаева Танзиля Салиховна** (лаборатория Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика) – финалист

Конкурс на соискание премии им. Арбузовых за выдающиеся исследования в области фундаментальной и прикладной химии среди молодых учёных г. Казани проводится в целях привлечения талантливой молодёжи г. Казани к исследованиям в области фундаментальной и прикладной химии. Конкурс проводится ежегодно, начиная с 2006 года, и традиционно молодые учёные и аспиранты ИОФХ им. А. Е. Арбузова в числе победителей этого важного химического конкурса.

Лауреат Казанской премии имени Е. К. Завойского среди молодых учёных – к.х.н. **Ахмадеев Булат Салаватович** (лаборатория Физико-химии супрамолекулярных систем), занявший почётное II место.

Конкурс на присуждение Казанской премии имени Е. К. Завойского среди молодых учёных проводится ежегодно в целях привлечения аспирантов и молодых учёных г. Казани и Республики Татарстан к исследованию в области естествознания и совершенствования в этой сфере.

Лучший молодой учёный ФИЦ КазНЦ РАН 2023 в области химических наук

I место – **Ахмадеев Булат Салаватович** *“Наноразмерные контрастные агенты на основе марганца: влияние морфологии частиц и их покрытия на контрастирование органов и тканей”* (н.с. лаборатории Физико-химии супрамолекулярных систем)



Победители Конкурса “Лучший молодой учёный (аспирант) в области химических наук ФИЦ КазНЦ РАН 2023”: Кузнецова Елизавета Александровна, м.н.с. лаборатории Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика (слева) и Габитова Элина Ринатовна, м.н.с. лаборатории Химии каликсаренов (справа).

II место – **Васильева Эльмира Альбертовна** “Липидные наноконтейнеры для оксимной терапии острого отравления фосфорорганическими соединениями” (с.н.с. лаборатории Высокоорганизованных сред)

III место – **Стрельник Игорь Дмитриевич** “Ратиометрические люминесцентные термометры на основе комплексов меди(I) с *P*, *N*-циклическими лигандами” (с.н.с. лаборатории Фосфорорганических лигандов)

Лучший аспирант ФИЦ КазНЦ РАН 2023 в области химических наук

I место – **Кузнецова Елизавета Александровна** “Сульфенирование активированных двойных C=C связей производными гипервалентной серы” (лаборатория Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика)

II место – **Мансурова Элина Эльшатовна** “Разработка наноносителей на основе производных урацила для адресной доставки противораковых препаратов” (лаборатория Химии каликсаренов)

III место – **Габитова Элина Ринатовна** “Новые производные тиазолопиримидина: хиральная дискриминация и противоопухолевая избирательная активность” (лаборатория Химии каликсаренов)

Лучший аспирант ФИЦ КазНЦ РАН 2023 в области биологических и сельскохозяйственных наук

III место – **Беляев Григорий Павлович** “Ксимедон и его модификации для лечения болезней печени” (Международный научно-инновационный Центр нейробиологии и фармакологии)

Подготовила Т. Д. Кешнер

Учёные степени

В 2024 году сотрудниками и аспирантами Института было защищено 8 диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук:

Совет 24.1.225.01 при Федеральном исследовательском центре “Казанский научный центр Российской академии наук”

1. Васильева Лейсан Альбертовна
Липидные наноконтейнеры, модифицированные монокатионными фосфониевыми и дикатионными аммониевыми ПАВ с карбаматными фрагментами: физико-химические свойства и функциональная активность
1.4.4. Физическая химия, химические науки, защита состоялась 31 января
2. Герасимова Дарья Павловна
Экспериментальное и теоретическое исследование гомо- и гетерохирального типов связывания производных 5-гидрокси-3-пирролин-2-она
1.4.4. Физическая химия, химические науки, защита состоялась 10 апреля
3. Кучкаев Айрат Маратович
Активация и функционализация белого фосфора в координационной сфере комплексов кобальта с дифосфиновыми лигандами
1.4.4. Физическая химия, химические науки, защита состоялась 24 апреля
4. Ившин Камиль Анатольевич
Супрамолекулярная организация и природа межмолекулярных взаимодействий в комплексах с переносом заряда на основе полициклических ароматических соединений и ряда акцепторов хиноидной структуры
1.4.4. Физическая химия, химические науки, защита состоялась 29 мая

5. Кононов Александр Игоревич
*Электросинтез *N*-ариламидов и *N*-бензиламидов в условиях анодного окисления с участием нитрилов*
1.4.3. Органическая химия, химические науки, защита состоялась 20 ноября

6. Кондрашова Светлана Андреевна
DFT-расчёты химических сдвигов ЯМР атомов ¹³C и ³¹P, непосредственно связанных с Ni: структура и динамика комплексов никеля на основе 1-алкил-1,2-дифосфолов
1.4.4. Физическая химия, химические науки, защита состоялась 4 декабря

Совет 24.2.312.03 при Казанском национальном исследовательском технологическом университете

7. Чекунков Евгений Владимирович
Молекулярные комплексы цитрусового пектина с нестероидными противовоспалительными и антимикробными лекарственными средствами: синтез и биологическая активность
3.4.2. Фармацевтическая химия, фармакогнозия, химические науки, защита состоялась 28 июня
8. Шакиров Адель Маратович
Синтез и свойства новых фосфонамидов и аминоксифонатов, содержащих пространственно-затруднённый фенольный фрагмент
1.4.3. Органическая химия, химические науки, защита состоялась 6 декабря

Учёный секретарь ИОФХ им. А. Е. Арбузова
ФИЦ КазНЦ РАН к.х.н. А. В. Торопчина

Проекты, договоры и гранты

В 2024 году научные исследования, проводимые в ИОФХ им. А. Е. Арбузова, помимо бюджетного финансирования, поддерживались из перечисленных ниже источников.

Мега-гранты Минобрнауки России

1. Мега-грант № 220-8219-8385 на создание лаборатории мирового уровня “Молекулярный дизайн редокс-активных гетероциклических систем – новых противоопухолевых агентов” 2022–2024 (рук. Алабугин И.В.)
2. Мега-грант № 075-15-2024-646 от 12.07.2024 “Экология промышленных городов: создание единого комплекса нестандартных научно-технологических решений для мониторинга окружающей среды, нейтрализации и последующей глубокой переработки промышленных и бытовых отходов” 2024–2026 (рук. Синяшин О.Г.)

Гранты регионального конкурса научных проектов Российского научного фонда и Академии наук РТ

1. 23-23-10020 “Развитие стратегии формирования новых функционально замещённых каркасных фосфонатов симметричного и несимметричного типа для создания на их основе биологически активных веществ, эффективных в терапии различных заболеваний человека” 2023–2024 (рук. Садыкова Ю.М.)
2. 23-23-10072 “Арсеновые лиганды как основа для конструирования комплексов серебра, обладающих высокими эффективными антибактериальными и противораковыми средствами” 2023–2024 (рук. Мусина Э.И.)
3. 24-23-20084 “Мультифункциональные супрамолекулярные системы на основе новых биоразлагаемых морфолиниевых ПАВ: агрегационная, солюбилизационная, антимикробная, антикоррозионная активность” 2024–2025 (рук. Гайнанова Г.А.)
4. 24-23-20125 “Электрохимически и фотоэлектрохимически индуцируемое аминирование (гетеро) ароматических соединений, как направление “зелёной химии” 2024–2025 (рук. Стрекалова С.О.)

Гранты Академии наук Республики Татарстан о предоставлении гранта молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации 2024–2025 гг.

1. 58/2024-ПД (рук. Богданов А.В.)
2. 60/2024-ПД (рук. Герасимова Т.П.)
3. 64/2024-ПД (рук. Заиров Р.Р.)
4. 69/2024-ПД (рук. Кашапов Р.Р.)
5. 74/2024-ПД (рук. Насретдинова Г.Р.)

6. 79/2024-ПД (рук. Смолодочкин А.В.)
7. 80/2024-ПД (рук. Стрельник И.Д.)
8. 89/2024-ПД (рук. Хризанфоров М.Н.)

Грант на осуществление фундаментальных и прикладных научных работ в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан

- 19/2024-ФИП “Разработка новых композитов на основе полиолефинов и асфальтеновых концентратов” 2024–2025 (рук. Якубов М.Р.)

Гранты Российского научного фонда (РНФ)

1. 21-73-20020 РНФ “Развитие стратегии одnoreакторного синтеза новых типов полициклических мочевины из ациклических предшественников – стереохимические аспекты реакций с привлечением современных методов ЦКП” 2021–2024 (рук. Газизов А.С.)
2. 22-13-00010 РНФ “Новые парамагнитные и люминесцентно-парамагнитные наночастицы, допированные комплексами Mn^{2+} и Ln^{3+} ($Ln = Gd, Tb$) в качестве контрастных агентов для МРТ и конфокальной микроскопии” 2022–2024 (рук. Мустафина А.Р.)
3. 22-13-00017 РНФ “Электрохимические инструменты селективной функционализации связи углерод-водород как основа новых каталитических подходов и процессов, соответствующих концепции “зелёной химии” 2022–2024 (рук. Будникова Ю.Г.)
4. 22-13-00147 РНФ “Новые биосовместимые люминесцентные наночастицы на основе комплексов металлов 11 группы с P_2N_2 -гетероциклическими лигандами – потенциальные препараты с избирательной цитотоксичностью” 2022–2024 (рук. Карасик А.А.)
5. 22-13-00284 РНФ “От классической к динамической супрамолекулярной стереохимии: индуцированные кристаллизацией стереохимические трансформации хиральных органических молекул” 2022–2024 (рук. Лодочникова О.А.)
6. 22-73-00030 РНФ “Разработка метода получения новых арил-замещённых фосфолов для конструирования люминесцентных материалов и каталитических систем на их основе при использовании никельорганических сигма-комплексов” 2022–2024 (рук. Сахапов И.Ф.)
7. 22-73-00138 РНФ “Дизайн новых супрамолекулярных комплексов на основе азо-метациклофанов для определения гипоксии” 2022–2024 (рук. Галиева Ф.Б.)
8. 22-73-10050 РНФ “Разработка супрамолекулярных систем биомедицинского назначения с использованием

- каликс[4]резорцинов и (био)полимеров” 2022–2025 (рук. Кашапов Р.Р.)
9. 22-73-10139 РНФ “Иерархический подход к дизайну магнитно-активных полядерных d-/f-кластеров на основе функциональных салициловых производных, включая макроциклические” 2022–2025 (рук. Овсянников В.В.)
10. 22-73-10203 РНФ “Каталитические системы нового поколения на основе d-металлов и ферроценовых лигандов для переработки углекислого газа” 2022–2025 (рук. Хризанфоров М.Н.)
11. 23-13-00427 РНФ “От белого к чёрному – новые функциональные материалы на основе элементного фосфора для каталитического и энергетического применения” 2023–2025 (рук. Яхваров Д.Г.)
12. 23-23-00381 РНФ “Наноккомпозиты на основе производных резорцина для детектирования и нейтрализации пестицидов” 2023–2024 (рук. Зиганшина А.Ю.)
13. 23-23-00615 РНФ “1-(2-Гидроксиэтил)-2-оксо-4,6-диметилпиримидин как платформа для создания новых гепатопротекторов на основе соединений пиримидинового ряда” 2023–2024 (Семёнов В.Э.)
14. 23-73-01035 РНФ “Создание наноразмерных композиций на основе биамфифильных ПАВ для инкапсулирования лекарственных веществ различной природы” 2023–2025 (рук. Кузнецов Д.М.)
15. 23-73-01061 РНФ “Синтез новых фосфорилированных производных пирролизидина – перспективных противоопухолевых препаратов” 2023–2025 (рук. Ризбаева Т.С.)
16. 23-73-01131 РНФ “Д-π-А хромофоры на основе конденсированных азинометиленмалонитрилов: линейные и нелинейно-оптические свойства” 2023–2025 (рук. Исламова Л.Н.)
17. 23-73-01215 РНФ “Несимметричные пинцерные комплексы никеля на основе фосфолов для процессов восстановления углекислого газа и олигомеризации этилена” 2023–2025 (рук. Гафуров З. Н.)
18. 23-73-10033 РНФ “Супрамолекулярные наноконтейнеры для комплексного решения проблем, связанных с использованием и накоплением экотоксикантов” 2023–2026 (рук. Васильева Э.А.)
19. 24-13-00006 РНФ “Дитерпеноид изостевиол – перспективная платформа для разработки эффективных противораковых лекарственных кандидатов” 2024–2026 (рук. Катаев В.Е.)
20. 24-13-00098 РНФ “Новые перегруппировки спирогетероциклов – новые подходы к синтезу “линейных” и конденсированных фармакологически значимых бигетероциклических систем” 2024–2026 (рук. Мамедов В.А.)
21. 24-13-00301 РНФ “Новые поколения систем доставки лекарств для неинвазивной терапии болезни Альцгеймера и диабета” 2024–2026 (рук. Захарова Л.Я.)
22. 24-23-00050 РНФ “Сопряжённые 1,3-дикето-метациклофаны и их комплексы с ионами лантаноидов и бора как новые перспективные соединения для биоприложений и сенсорики” 2024–2025 (рук. Подъячев С.Н.)
23. 24-23-00288 РНФ “ЯМР вокруг платины. Разработка эффективного инструмента для оценки химических сдвигов ЯМР $^{13}\text{C}/^{31}\text{P}/^{195}\text{Pt}$ в диамагнитных комплексах платины” 2024–2025 (рук. Латыпов Ш.К.)
24. 24-73-00022 РНФ “Супрамолекулярные системы на основе амфифильных соединений с бензимидазольными группами: самоорганизация и комплексобразование с биополианионами” 2024–2026 (рук. Кузнецова Д.А.)
25. 24-73-00084 РНФ “Дизайн электрооптических аморфных материалов на основе азохромофоров различного строения с использованием атомистического моделирования и квантово-химических расчётов” 2024–2026 (рук. Левицкая А.И.)
26. 24-75-10086 РНФ “Активация холинэстераз β-амилоидным пептидом: неучтённый фактор в патогенезе болезни Альцгеймера” 2024–2027 (рук. Зуева И.В.)

В. Ю. Никонова

Подводим итоги уходящего 2024 года*

26 декабря 2024 года в большом конференц-зале ИОФХ им. А. Е. Арбузова, в праздничной обстановке преддверия наступающего 2025 года, подвёл итоги уходящего года руководитель Института Арбузова, член-корр. РАН Андрей Анатольевич Карасик.

Итоги были хорошими, что было видно из представленной руководителем Института презентации.

*Доклад руководителя ИОФХ А. А. Карасика приводится с большими сокращениями во избежание повторов информации, представленной в соответствующих разделах данного выпуска Ежегодника.



Выступление руководителя ИОФХ им. А. Е. Арбузова, члена-корреспондента РАН А. А. Карасика по итогам 2024 года

Поприветствовав всех сотрудников Института, А. А. Карасик отметил, что в год празднования 300-летия Российской академии наук и Год научно-технологического развития в Республике Татарстан ИОФХ им. А. Е. Арбузова традиционно приумножил свои научные достижения. Институт – крупнейшее химическое звено академической науки Поволжья с известными научными школами и мощным кадровым потенциалом, в 2024 году проводил фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям, сформулированным в Программе развития ФИЦ КазНЦ РАН на 2024–2028 гг. с перспективой до 2035 г. в соответствии со Стратегией научно-технологического развития РФ – природные ресурсы и их переработка, перспективные технологии и новые материалы, качество жизни.

А. А. Карасик привел общий объем финансирования ИОФХ в 2024 году, 40% которого составляла государственная субсидия на выполнение госзадания, включая обеспечение работы трех молодежных лабораторий, функционирующих на базе ИОФХ, и отметил весомую грантовую поддержку исследований Института.

Из представленных руководителем Института данных было видно, что львиную долю грантовой поддержки

составили проекты Российского научного фонда и Министерства образования и науки Российской Федерации.

Так, при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках проекта “Молекулярный дизайн редокс-активных гетероциклических систем – новых противоопухолевых агентов” в ИОФХ успешно функционировала лаборатория Редокс-активных молекулярных систем, объединившая знания и опыт специалистов разного профиля в области биологии и химии, и ставшая образцом междисциплинарного подразделения, ориентированного на решение проблемы поиска новых эффективных средств для лечения онкологических заболеваний.

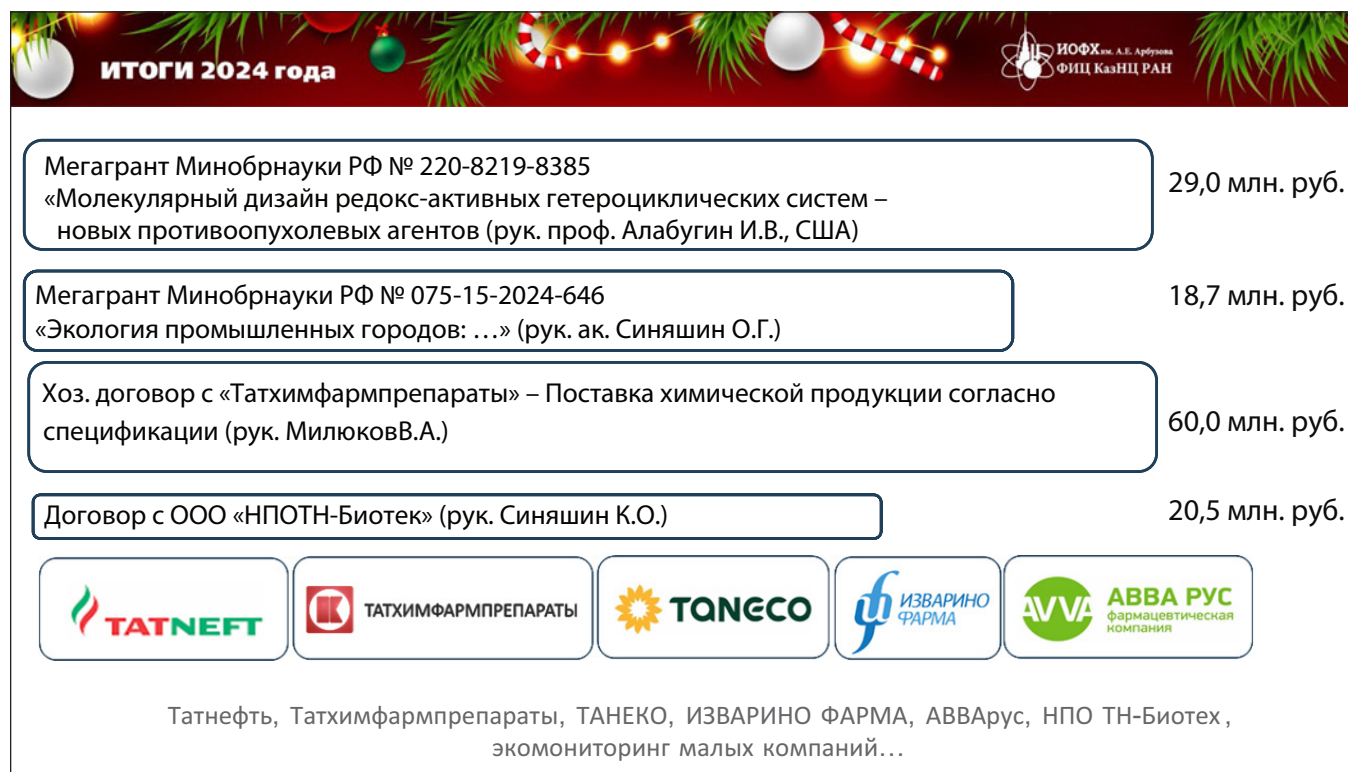
В 2024 году получил поддержку Минобрнауки РФ крупный научный проект “Экология промышленных городов: создание единого комплекса нестандартных научно-технологических решений для мониторинга окружающей среды, нейтрализации и последующей глубокой переработки промышленных и бытовых отходов”. Инициатор проекта и его руководитель – академик РАН О. Г. Синяшин. Продолжались хозяйственные работы с АО “Татхимфармпрепараты” и ООО “НПО ТН-Биотек”, а также работы по экомониторингу. Всего работы с реальным сектором экономики принесли Институту более 25% финансирования.





А. А. Карасик сообщил о выполнении Майского Указа Президента РФ, отметив, что средняя заработная плата научных сотрудников в 2024 году в результате по всем источникам финансирования составила 119.0 тыс. в руб.

Андрей Анатольевич продемонстрировал статистику выполнения работ по госзаданию научными подразделениями ИОФХ им. А. Е. Арбузова. Самыми успешными стали коллективы лабораторий: Дифракционных методов





исследования (зав. О. А. Лодочникова), Высокоорганизованных сред (зав. Л. Я. Захарова), Микробиологии (зав. А. Д. Волошина), Физико-химического анализа (зав. В. М. Бабаев), Металлоорганических и координационных соединений (зав. Д. Г. Яхваров), Химии

гетероциклических соединений (зав. В. А. Мамедов), Технологической лаборатории (зав. В. А. Милуков), Фосфорсодержащих аналогов природных соединений (зав. В. Ф. Миронов), Электрохимического синтеза (зав.





Ю. Г. Будникова), Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика (зав. А. Р. Бурилов).

Руководитель ИОФХ представил данные о публикационной активности сотрудников Института – вышло в печать 260 статей, включая две монографии, и защитах

диссертаций, подробно рассказал о трех организованных Институтом научных форумах и активном участии ученых ИОФХ в конференциях в качестве пленарных, ключевых и приглашенных докладчиков.



ИТОГИ 2024 года



Программа обновления приборной базы-2024



Лазерный сканирующий микроскоп
с конфокальной приставкой
Olympus, Япония

35,0 млн. руб.



Порошковый рентгеновский дифрактометр
с высокотемпературной приставкой
Haoyuan Instrument, КНР



15,7 млн. руб.



Атомно-эмиссионный спектрометр
с индуктивно связанной плазмой (ICP)
Expec, КНР



13,7 млн. руб.



Газовый хроматограф
с масс-спектрометрическим детектором
Хроматэк, РФ

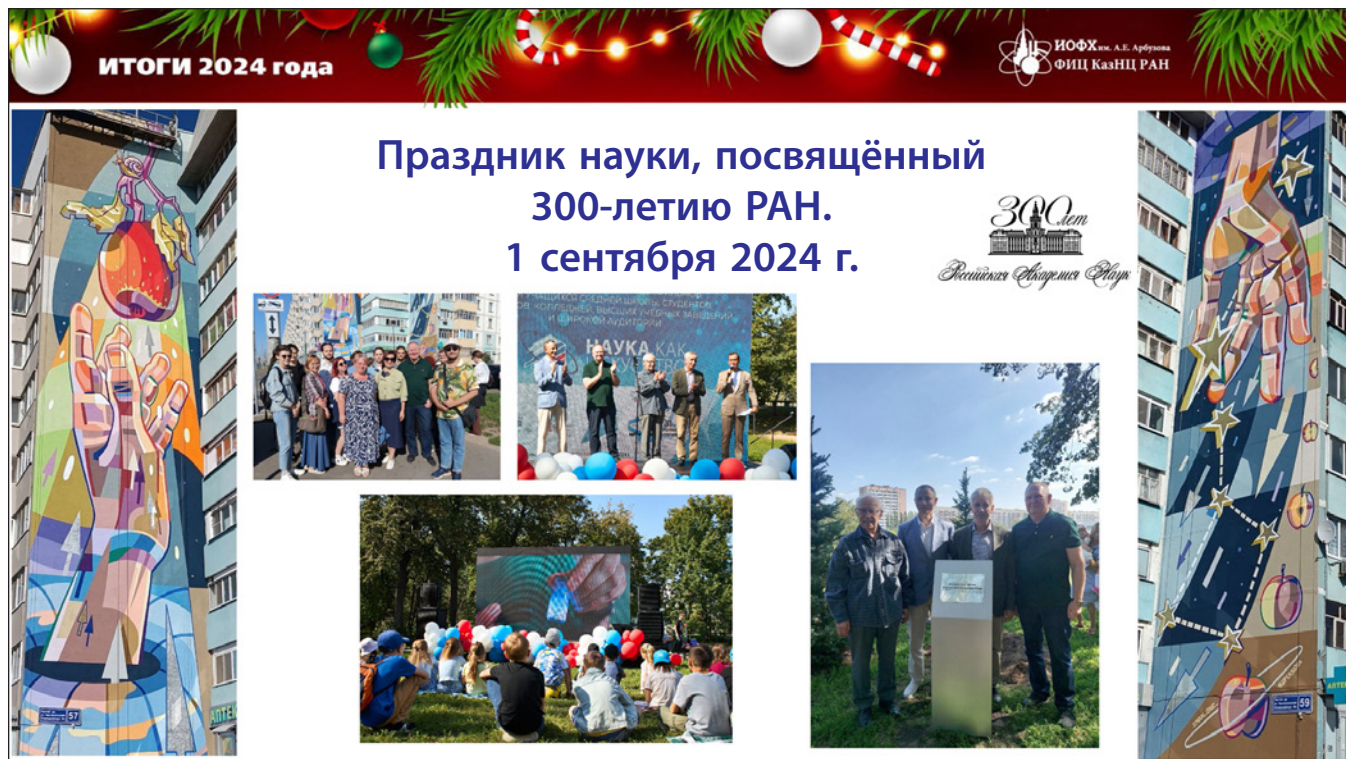


9,3 млн. руб.

А. А. Карасик рассказал об обновлении приборного парка Института, которое в 2024 году продолжилось в рамках федерального проекта “Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров”. Приобретение дорогостоящих приборов (на сумму почти в 74 млн рублей!), а именно лазерного сканирующего микроскопа с конфокальной приставкой, порошкового рентгеновского дифрактометра с высокотемпературной приставкой, атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно связанной плазмой (ICP), газового хроматографа с масс-спектрометрическим детектором) позволит проводить исследования в таких областях, как:

- нанотехнологии и материаловедение (изучение структуры и свойств новых материалов, включая нанопокртия, композиты и полимеры);
- биомедицина и фармакология (исследование клеточных процессов, визуализация биологических объектов, анализ белковых структур);
- экология и аналитическая химия (анализ сложных смесей, мониторинг загрязнений, анализ состава почв, воды и воздуха).

Приобретенное оборудование обеспечит высокую точность измерений и расширит возможности научных групп Института.



А. А. Карасик рассказал также об участии Института в организации ряда мероприятий, приуроченных к 300-летию учреждения РАН – о прочитанных научно-популярных лекциях и организованных Круглых столах в Национальной библиотеке Республики Татарстан под

рубрикой “Академическая наука Казани в год 300-летия РАН”, о проведении праздника науки с высадкой аллеи хвойных деревьев в парковой зоне Казани, с демонстрацией химических и физических опытов, викторинами и конкурсами для школьников и студентов.



ИТОГИ 2024 года



Утилизировано около 500 кг некондиционных реактивов

7 отсек склада ЛВЖ



7-й отсек во время ремонта



7-й отсек после ремонта

Стрельник И.Д. (ФЛ), Гафуров З.Н. (МКС), Кагилев А.А. (МКС), Кантюков А.О. (МКС), Димухаметов М.Н. (ФАПС), Аскарлов А.Р. (КОЗСИС), Суглин А.А. (КОЗСИС), Шаяхметов И.И. (КОЗСИС)

Ремонт склада легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) – это отдельная и очень хорошая история! Молодые ученые Института, по собственной инициативе и собственными силами организовали ремонтные работы этого очень важного для химиков сооружения, и вот что у них получилось:

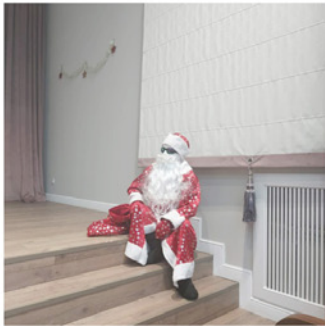
В завершение своего выступления руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова сообщил о многочисленных и заслуженных наградах сотрудников Института, подтверждающих успешность их работы в уходящем 2024 году, и, пожелав коллегам дальнейших научных дерзаний, поздравил всех с наступающим Новым 2025 годом!

ИТОГИ 2024 года











Заключительной частью подведения итогов года стал традиционный праздничный концерт. Настоящее Новогоднее шоу – с вокальными номерами и танцами, шутками и стихами, конкурсами и шарадами, с Дедом Морозом и Снегурочкой – устроили молодые учёные для всех сотрудников Института.

Было тепло и весело! И очень хотелось ещё долго-долго работать в таком талантливом во всех отношениях коллективе!

Т. Д. Кешнер



НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Универсализм в живых системах: посмотрим на метаболиты

А. З. Миндубаев

Научно-организационный отдел ФИЦ КазНЦ РАН

Наверно, мы не сильно ошибёмся, если скажем, что живые организмы планеты Земля – пример наиболее сложно организованной субстанции в нашей Вселенной. Других примеров столь многоуровневой организации наука просто не знает. Подчёркивая сложность живых систем, учёные длительное время выявляли глубокую пропасть, пролегающую между живой и неживой Природой. Впоследствии это приводило к недоказуемым идеям о том, что жизнь не могла возникнуть в результате естественных природных процессов. Однако, исследуя глубокий фундамент жизни, учёные пришли к выводу, что сложность живых систем возникла на простой основе. Бесконечное многообразие природных веществ с безграничным набором функций производится из маленького набора (всего несколько десятков!) молекул, именуемых первичными метаболитами. Эти метаболиты присутствуют во всех организмах, от вируса до человека. В представленной статье показано, как два первичных метаболита – аминокислоты тирозин и серин – стали предшественниками огромного количества природных соединений с функциями, на первый взгляд никак не связанными. Причём сами эти аминокислоты тоже могут синтезироваться из общих предшественников – молекул очень простого строения, источником которых может являться ископаемое сырьё. Здесь мы подходим к грани, отделяющей биodeградацию от другой, взаимосвязанной с ней и не менее важной проблемы синтеза белка и других биологических продуктов из ископаемого сырья.

Когда заходит речь о живых системах, акцент, как правило, делается на сложности их организации. Всегда подспудно возникает вопрос, как сложный ансамбль молекул может так слаженно работать? Но вспомним: живые организмы развились в процессе эволюции из сравнительно простых молекулярных структур, которыми на заре возникновения жизни изобилует первичный океан нашей планеты. Да и сегодня всё многообразие биомолекул возникает из очень ограниченного набора веществ, так называемых первичных метаболитов – несложных по своей молекулярной структуре веществ, находящихся на пересечении метаболических путей – последовательностей химических превращений.

Рассмотрим два таких первичных метаболита – серин и тирозин. Невозможно перечислить все функции, которые несут в биосфере эти аминокислоты. Если попытаться дать их подробное описание, оно выйдет далеко за объём этой статьи, и даже целого номера журнала. Поэтому приведём несколько не связанных между собой примеров.

Почему выбор пал именно на них? Если бы я выбрал любые другие метаболиты, вопрос бы остался тем же самым. Серин и тирозин – примеры первичных метаболитов со сравнительно простой структурой, набор функций которых

в живых организмах действительно очень широкий. Кроме того, они вызывают у меня интерес, потому что связаны с обменом фенола (тирозин) и формальдегида (серин) в живых клетках. То есть, фактически, токсичные вещества могут включаться в состав первичных метаболитов и далее – в широчайший спектр белков, пептидов и вторичных метаболитов, с многообразными функциями. Фактически, яды становятся частью биосферы, а это как раз то, чего мы должны добиваться в современном мире, загрязнённом промышленностью. А поскольку биodeградация – основная сфера моих научных интересов [1, 2], конечно, этот факт без внимания оставить не мог.

Оба вещества являются α -аминокислотами и входят в состав белков. Но различаются боковым радикалом. У серина это полярная спиртовая гидроксильная группа, придающая аминокислоте гидрофильность и каталитические свойства. У тирозина это объёмный ароматический радикал с фенольной гидроксильной группой, который легко “узнаётся” различными рецепторами и связывается с ними.

Название аминокислоты серин происходит от латинского *sericum* – “шёлк”. Потому, что, хотя серин содержится практически во всех природных белках

и большинству пептидов, именно белки натурального шёлка, фиброин и серицин, наиболее богаты серином [3] (рис. 1). Из шёлка серин был впервые выделен в 1865 году. Несмотря на сходство названий, серу серин не содержит и к серосодержащим аминокислотам не относится. Однако серосодержащая аминокислота цистеин вырабатывается растениями и микробами из серина [4]. Ключом к большинству свойств и биологических функций этой аминокислоты является боковой радикал, содержащий полярную гидроксильную группу. Натуральный шёлк получают из коконов тутового шелкопряда (*B. mori*) – бабочки, одомашненной в Китае несколько тысячелетий назад. Белки шёлка формируют структуру

β-складчатый лист, в котором водородные связи образуются между соседними полипептидными цепями, формирующими протяжённую складчатую двумерную структуру (“лист”) [5]. Такая структура характерна для ряда фибриллярных белков, в том числе фиброина. Несмотря на то, что отдельно взятая водородная связь не отличается прочностью, благодаря огромному количеству и правильному чередованию таких связей достигается очень крепкое сшивание цепей. Это, в свою очередь, делает шёлковую нить феноменально прочной на разрыв – более прочной, чем стальная проволока такого же диаметра. Шёлковые нити прочнее даже кевлара, при этом очень эластичны.

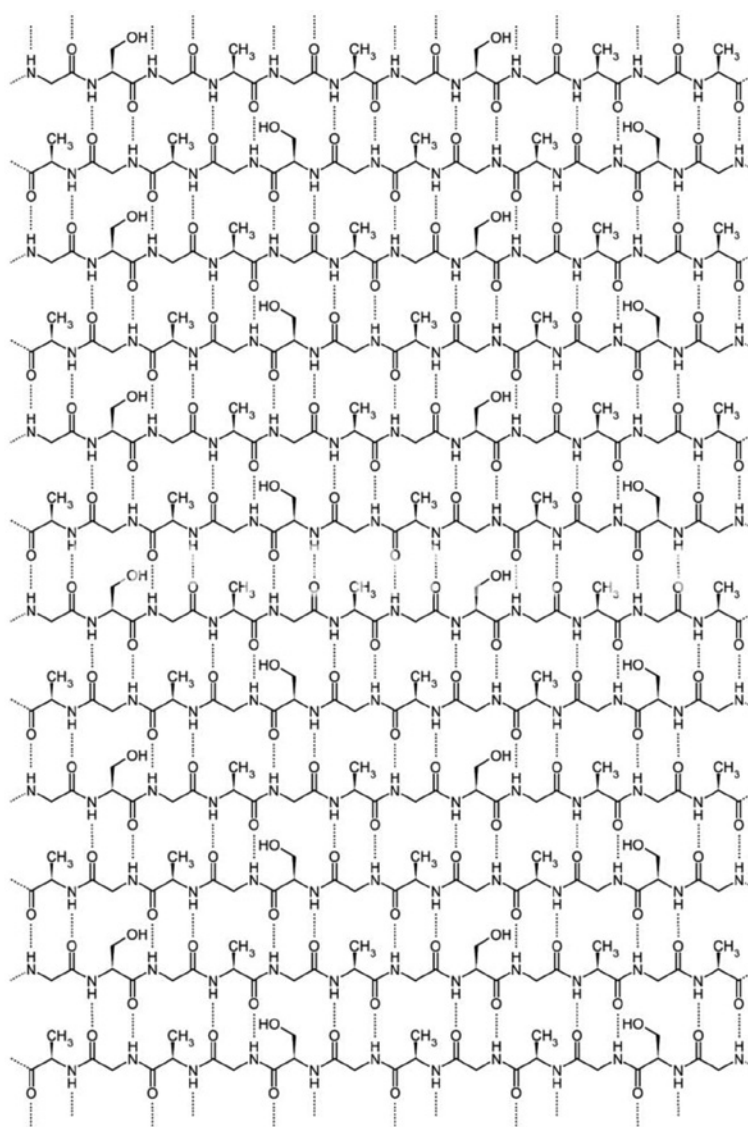
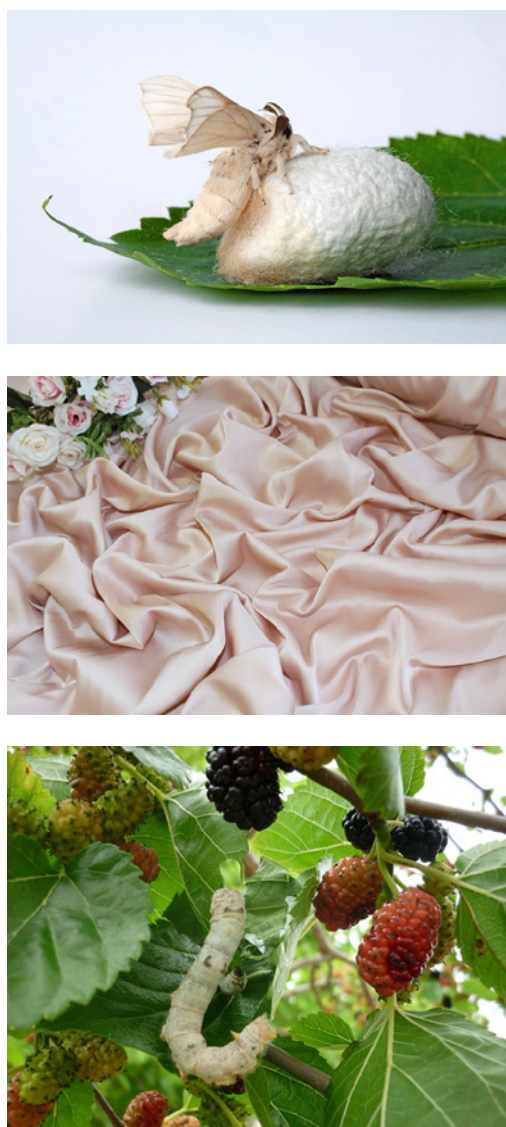


Рис. 1. Слева сверху. Тутовый шелкопряд (*Bombyx mori*), недавно покинувший шёлковый кокон. Эта бабочка была одомашнена несколько тысячелетий назад. Дикие родственники имеют окраску, напоминающую сухой лист. Однако, тутовый шелкопряд утратил пигментацию и стал полностью белым. Кроме того, он утратил способность к полёту. Теперь это насекомое стало высокопроизводительной “фабрикой” по производству шёлка. Гусеницы тутового шелкопряда питаются исключительно листьями шелковицы, или тутового дерева, которое хотя и является достойной плодовой культурой и источником отличной древесины, теперь культивируют, главным образом, в целях шелководства. Источник: evrenatlasi.com. Слева в центре. Ткани из натурального шёлка. Источник: По швы. Слева внизу. Веточка шелковицы чёрной (*Morus nigra*) со спелыми и неспелыми ягодами и гусеницей тутового шелкопряда. Источник: plodorodie64. Справа. Структура фиброина. Источник: Spreadshirt.



Рис. 2. Слева. Эта ажурная конструкция на фотографии – скелет знаменитой корзинки Венеры (*Euplectella aspergillum*) – представительницы стеклянных губок, обитающей в Тихом океане у побережья Юго-Восточной Азии. Внутри находится пара креветок *S. venusta*. Источник: [Дзен](#). Справа. Самое известное свойство необычной бактерии *Pseudomonas syringae* – влияние на кристаллизацию льда. Считается, что *P. syringae* присутствуют в атмосфере и влияют на глобальный круговорот воды. На фото – морозным утром белый снег придаёт чарующую красоту пейзажу. Источник: [Раменский СДК](#).

В странах СНГ крупнейшим производителем высококачественного шёлка является Узбекистан. Из коконов близкого вида бабочек павлиноглазки дубовой китайской (*Antheraea pernyi*) производят “дикий шёлк” туссар или чесуча, идущие на обивку дорогой мебели. Окрашенный в желтоватый цвет шёлк павлиноглазки айлантового шелкопряда (*Samia cynthia*) используют в производстве более грубых и недорогих тканей.

Но серин входит в состав не только шёлка. Скелет стеклянных губок (Hexactinellida) (рис. 2, слева) состоит из двуокиси кремния (вот почему их так называют), достигает метра в длину, имеет семь структурных уровней и высокую прочность. А построение скелета начинается с активного транспорта внутрь клеток губки из морской воды ортокремниевой кислоты $\text{Si}(\text{OH})_4$, образующей сложные эфиры с гидроксильными группами серина, которыми очень богат специфический белок губок – силикатеин. Именно он является затравкой для формирования спикул – иголок из кремнезёма, которые формируют скелет губки – настоящее чудо природы и мечту коллекционеров. Во внутренней полости губки

селится пара креветок симбионтов *Spongicola venusta*, которые во взрослом возрасте не могут покинуть свою корзинку, живут в ней всю жизнь, чистят губку от гниющих остатков пищи и паразитов, оставляют потомство и хранят верность друг другу. В последние годы силикатеины губок стали интересовать химиков и биотехнологов в качестве эффективных катализаторов для синтеза кремнийорганических полимеров, а также производства оптических волокон [6].

Фитопатогенная бактерия сиреневый псевдомонас (*Pseudomonas syringae*) названа не из-за цвета, а потому, что впервые была выделена из тканей заражённой сирени. Она известна способностью вызывать некрозы у растений. Причём механизм умерщвления клеток очень интересен. Бактерии выделяют особые белки INA (ice nucleation active), являющиеся ядрами кристаллизации льда. Во время весенних или осенних заморозков формирующиеся кристаллы своими острыми гранями разрывают прочные клеточные стенки и ведут к гибели ткани, некрозу. INA и продуцирующие их бактерии кристаллизуют лёд настолько эффективно, что, по современным представ-

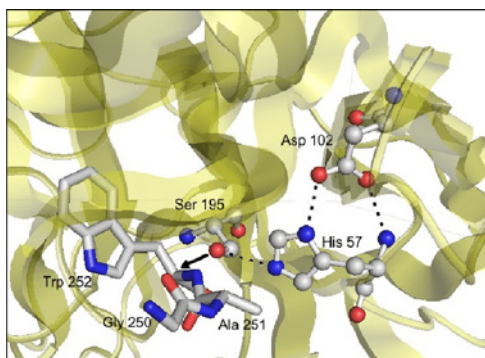


Рис. 3. На рисунке слева показан активный центр сериновой гидролазы. Полярные боковые радикалы гистидина, серина и аспарагиновой кислоты слаженно и эффективно разрывают сложноэфирные связи. Все вместе они образуют так называемую “каталитическую триаду”. Источник: DOI: [10.5772/34982](https://doi.org/10.5772/34982). Source: [InTech](#). Справа. Самец паука павлина (*Maratus volans*) исполняет брачный танец, стремясь привлечь самку. Пауки – хищники, для которых характерно внекишечное пищеварение. Они впрыскивают в пойманное насекомое пищеварительный сок, богатый ферментами, в том числе сериновыми гидролазами. Через несколько часов добыча превращается в жидкий бульон, который пауки высасывают из пустеющего хитинового панциря. Источник: [Мир тесен](#).

лениям, играют важную роль в глобальном круговороте воды [7]! Например, в формировании снежинок (рис. 2, справа). До недавнего времени механизм работы INA не был известен. Только в последнее время учёные выяснили, что богатый серином и треонином участок белка сворачивается в глобулу, структура которой сильно похожа на кристалл льда. Причём гидроксильные группы аминокислот имитируют молекулы воды. То есть, белки становятся затравками кристаллизации льда [8].

Существует огромный класс ферментов, именуемых сериновыми гидролазами [9]. Эти ферменты гидролизуют жиры (липазы) или белки (протеазы). Боковой радикал серина полярный, содержит гидроксильную группу, способную катализировать реакции гидролиза. А удачное размещение остатка серина в активном центре фермента, в окружении других полярных аминокислот (например, гистидина), наделяет его поистине необыкновенной каталитической активностью [10]. На рис. 3, слева, изображена одна из самых известных структур активного центра сериновых протеаз. Остаток серина в активном центре фермента катализирует гидролиз пептидных связей. Фермент трипсин вырабатывается в поджелудочной железе, а содержится в желудочном соке. Препараты на основе трипсина применяются в медицине и в научных целях. Но они сохраняют активность непродолжительное

время: трипсин быстро “переваривает” сам себя! Кстати, токсичность фосфорорганических соединений, таких, как боевое отравляющее вещество зарин, обусловлена их способностью образовывать сложные эфиры с гидроксильной группой серина и ингибировать холинэстеразы.

Любопытно, что у похожего на ланцетника общего предка позвоночных животных, древний фермент протеаза в процессе эволюции сменил функцию и стал межфоторецепторным белком сетчатки глаза, занимающимся переносом светочувствительного вещества ретиналя. После этого каталитический остаток серина, обязательно присутствующий у протеаз, исчез в этом белке у большинства видов позвоночных. Просто стал не нужен. Хотя, у некоторых видов всё-таки сохранился – по-видимому, случайно, как атавизм. У человека – в одном варианте белка из четырёх. Этот очень хороший пример эволюционного процесса описан в статье [11].

Слизь – биополимеры, удерживающие воду и формирующие студни – по химической природе являются протеогликами, т.е. белками с боковыми цепочками олигосахаридов. Соединение белков с углеводными фрагментами (гликозилирование) происходит по гидроксильным группам серина и треонина, реже, по карбоксильным группам аспарагиновой кислоты [12]. Слизь покрывает поверхности внутренних органов (слизистые оболочки),

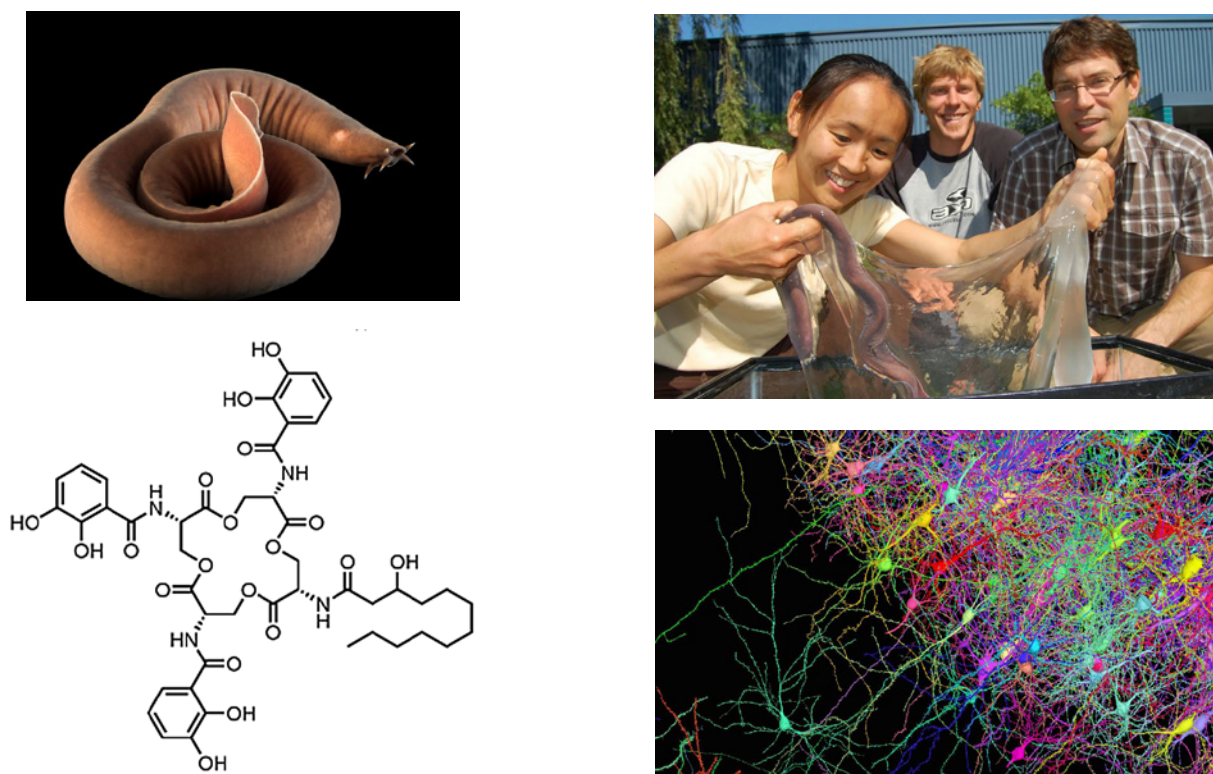


Рис. 4. Слева сверху. Атлантическая миксина (*Myxine glutinosa*) – одно из самых примитивных позвоночных животных. В случае опасности этот бесчелюстный падальщик выделяет огромное количество слизи, дезориентирующей и затрудняющей движения хищника. Источник: [Дзен](#). Справа сверху. Любопытные студенты университета Торонто (Канада) демонстрируют защитную реакцию миксины. Источник: [Wired](#). Слева внизу. Формула амфи-энтеробактина. Изображение из [13]. Справа внизу. Цветное изображение фрагмента коры головного мозга, с нейронами и аксонами. Источник: [Quantamagazine](#).

ряд растений и животных (земноводные, миксины, слизи) вырабатывают их в большом количестве для защиты и передвижения (рис. 4, слева). Протеогликаны это, конечно, не только слизи, но и, например, хондроитин, входящий в состав хрящевой ткани. Лектины и антитела относятся к гликопротеинам – у них белковый фрагмент молекулы преобладает над углеводным (у протеогликанов, соответственно, наоборот). Серин аналогичную функцию “крепления” углеводного фрагмента выполняет и в этих молекулах.

Но среди производных серина есть не только белки! На рис. 4 внизу слева представлена завораживающая своей симметрией структурная формула амфи-энтеробактина – вещества, способного связывать ионы железа [13]. Причём сродство к железу у этого вещества самое высокое среди известных науке. В это сложно поверить, но энтеробактин, оставленный открытым на воздухе, “ловит” железо из атмосферы! Концентрация атомов железа в атмосферном воздухе мала настолько, что её вряд ли уловят самые чувствительные приборы. Но если свободный энтеробактин оставить на долгое время без крышки, он насытится железом, вбирая его прямо из воздуха. Стоит ли говорить о том, что энтеробактин моментально превратится в комплекс с железом при контакте с металлом или тёмным стеклом, содержащим железо, или при растворении даже в очищенной воде – примеси железа в ней есть почти всегда.

Вещества, подобные энтеробактину, называются “сдерофоры”. Бактерии вырабатывают их, чтобы лучше усваивать ценный элемент железо из окружающей среды (а если бактерии патогенные – из тканей организма).

Цикл в центре молекулы энтеробактина представляет собой лактон, образованный тремя молекулами серина. Такой же находится в молекулах родственных сидерофоров, имеющих сходные, но более сложные структуры – сальмохелина, трихризобактина, триванхробактина, турнербактина. А молекула амфи-энтеробактина содержит лактон, состоящий из четырёх молекул серина. Кстати, ароматические боковые радикалы энтеробактина и его гомологов синтезируются из тирозина.

Серин входит в состав уникальных липидов – фосфатидилсеринов [14]. Кроме того, из него синтезируются сфинголипиды [15]. Оба класса липидов накапливаются в центральной нервной системе (рис. 4, внизу справа), а главным их источником являются блюда из говяжьих мозгов. Богат ими также соевый лецитин. Некоторые исследования доказывают, что фосфатидилсерины улучшают работу мозга и снижают риск деменции у человека. Мы воспринимаем как аксиому, что в природе аминокислоты представлены левыми L изомерами. Однако, сравнительно недавно стала известна роль изомера D-серина как медиатора в центральной нервной системе, в мозге у позвоночных, в том числе человека. Для синтеза этого соединения в организме присутствует фермент серин-рацемаза, способный обратимо превращать оптические изомеры аминокислоты друг в друга [16, 17].

Тирозин является предшественником целого ряда биологически активных веществ. Например, В-эндорфина – одного из пептидов гипоталамуса человека (рис. 5, слева вверху). Остатки тирозина в нём отвечают за связывание с опиоидными рецепторами. Эндорфины и энкефалины содержат тирозин, и отвечают за настроение человека

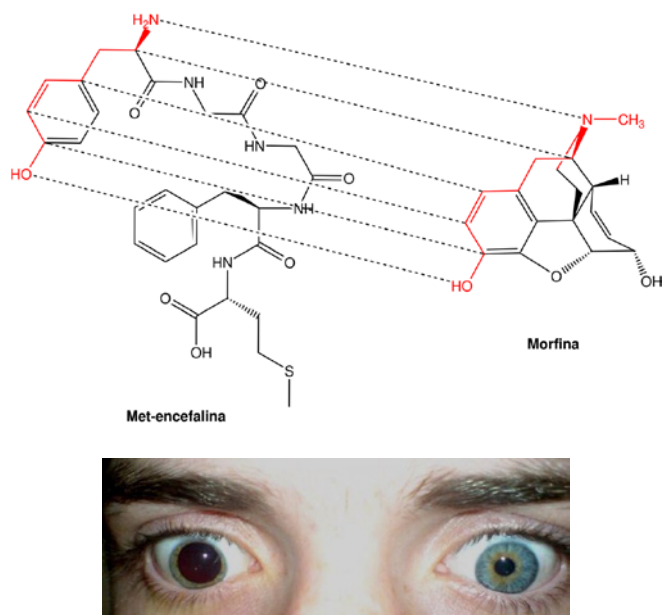


Рис. 5. Слева вверху. Структурные формулы мет-энкефалина и морфина резко различаются, однако в них есть общий фрагмент. Он позволяет морфину имитировать действие естественного опиоида. Источник: [Википедия](#). Слева внизу. Один из физиологических эффектов адrenalалина и его аналогов – расширение зрачков. Морфин, напротив, зрачки сужает. Источник: [Тумблр](#). Справа. Мак снотворный (*Papaver somniferum*) с различной окраской цветков. Источник: [Пинтерест](#).

[18]. Алкалоид морфин из снотворного мака имитирует структуру этих пептидов, на этом основано его обезболивающее и психоактивное действие. Сходство структур не случайно: морфин в клетках мака тоже синтезируется из тирозина [19]! Из тирозина синтезируются адреналин и норареналин – гормоны стресса [20] (рис. 5, слева внизу).

Чрезвычайно интересны такие производные тирозина как гормоны щитовидной железы трийодтиронин и тетраiodтиронин (тироксин) [21]. Это единственные галогенорганические вещества, синтезируемые организмом позвоночных животных. Они необходимы для нормального развития и жизнедеятельности абсолютно всех представителей типа хордовых, включая людей. И содержат в своём составе редкий, рассеянный элемент йод. Недостаток йода (и, следовательно, тирокина) в детском возрасте приводит к тяжелейшему заболеванию кретинизм. Для взрослого человека нехватка йода не так страшна, но тоже ведёт к серьёзным нарушениям обмена веществ, равно как избыток тироидных гормонов при гиперфункции щитовидной железы. При хроническом дефиците йода щитовидная железа разрастается, чтобы эффективнее поглощать этот элемент, и возникает уродующий человека эндемический зоб.

Головастики совершенно непохожи на взрослую лягушку (рис. 6). Метаморфоз головастика – сложный процесс. И регулируется он тирокином. На фото слева изображён Голиаф – самый большой из известных головастиков. В норме головастики североамериканской лягушки быка проходят метаморфоз после двух лет развития. Голиаф из-за аномалии развития прожил около пяти лет, но так и не стал взрослой лягушкой. Причём, до самой смерти, вызванной неспособностью жабр обеспечивать огромное тело кислородом, он продолжал расти. На фото справа – взрослая лягушка бык (*Lithobates catesbeianus*).

В морской воде концентрация йода выше, чем на суше. Поэтому, морские обитатели дефицит йода не испытывают. Сам факт необходимости йода для наземных позвоночных (которые сталкиваются с его дефицитом!) свидетельствует об их морском или океаническом происхождении. В других условиях этот признак не закрепился

бы. Но 600 миллионов лет назад естественный отбор “не думал наперёд”, что позвоночные удалятся от моря.

Интересно, что щитовидная железа накапливает не только йод, но и его тяжёлый аналог, радиоактивный элемент астат. Это явление используется для изучения работы щитовидной железы (α -излучение астата надёжно диагностирует накопление элемента), его можно использовать и при лечении рака щитовидной железы. В природе астат практически не встречается из-за очень короткого периода полураспада, и опасности не представляет [22]. А вот образуются ли в щитовидной железе астатсодержащие аналоги тирокина? Точного ответа я не нашёл, но это вполне возможно, учитывая большое сходство свойств астата и йода.

Каждый из нас знает о той роли, которую на нашей планете играет фотосинтез. Это важнейший источник органического вещества и атмосферного кислорода. За выработку молекулярного кислорода O_2 отвечает фотосистема II, которая расположена в мембране тилакоидов хлоропласта и окисляет воду. Разумеется, окислитель, способный вытеснить кислород из воды, должен быть исключительно сильным. Таким окислителем является кластер, содержащий марганец. В каждом каталитическом акте один из атомов марганца окисляется до пятивалентного состояния. По современным представлениям, он-то и окисляет воду, вырабатывая кислород и протоны для поддержания протонного градиента и синтеза АТФ. А для передачи электрона от марганца к поглотившему энергию света хлорофиллу, в фотосистеме работает собственная цепь переноса электронов, одним из важнейших звеньев которой стал гидроксил тирозина в положении 161, в особом интегральном белке D1, который связан с марганцевым кластером. Передавая электрон от гидроксила, он превращается в нейтральный радикал, который затем снова становится обычным тирозином, принимая электроны от марганцевого кластера. Для образования одной молекулы кислорода тирозин должен передать четыре электрона. Генерируя сильные окислители, фотосистема II представляет угрозу для жизнедеятельности хлоропласта и целой клетки, поэтому локализуется в



Рис. 6. Слева. Головастики лягушки быка и среди них гигант, который из-за аномалии развития (возможно, пониженной чувствительности к тирокину) не превратился во взрослое земноводное. Источник: [Пинтерест](#). Справа. Лягушка бык. Источник: [Cool readers](#).

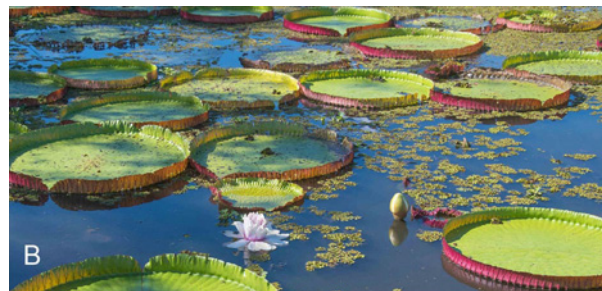
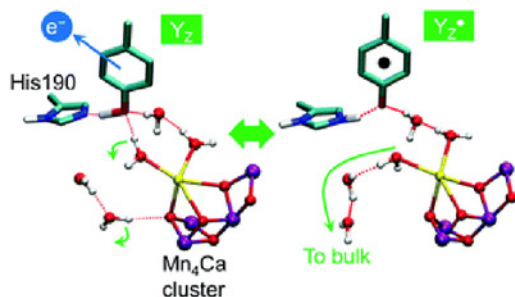


Рис. 7. Слева. Пространственная структура фотосистемы II. На ней видна роль остатка тирозина в цепи транспорта электронов. По [24]. Справа. Южноамериканские кувшинки *Victoria boliviana* являются обладателями самых крупных листьев среди растений. Лист может достигать ширины 320 см и выдерживать вес до 50 кг! Источник: Википедия.

самых удалённых и безопасных местах – областях соприкасающихся мембран тилакоидов, уложенных в стопку. А период полужизни белка D1 составляет всего 30 минут из-за интенсивного окисления, поэтому он постоянно синтезируется растениями: интенсивность синтеза составляет 50% от всех белков хлоропласта, хотя доля D1 составляет только 0.1% [23, 24] (рис. 7).

Белок резилин, содержащийся в мышцах насекомых, обладает уникальными свойствами упругости [25]. Именно благодаря сокращениям резилина некоторые насекомые способны совершать прыжки на расстояние, в сотни раз превосходящее длину их тела, или махать крыльями с частотой сотни взмахов в секунду (рис. 8, справа вверху). Энергия отдачи резилина составляет 97%, а служит он на протяжении всей жизни насекомого, испытывая порой сотни миллионов сокращений. Уже планируется применение резилина, например, в спортивной обуви. Необычные свойства белку придают ди- и тритирозины – продукты олигомеризации аминокислоты тирозина. Причём, если резилин содержит димеры тирозина, то в белке экстенсине из клеточных стенок растений содержатся также тримеры (например, интересная аминокислота пульхерозин, образующаяся путём сшивания трёх остатков тирозина) и даже тетрамеры разного строения [26].

Разнообразие производных тирозина в природе очень велико. Одним из наиболее значимых является лигнин – компонент древесины. Вообще-то у большинства растений он синтезируется из другой ароматической кислоты, фенилаланина. От тирозина он отличается отсутствием фенольного гидроксила. Гидроксильрование ароматического кольца молекулярным кислородом в процессе биосинтеза лигнина происходит уже на стадии транс-коричной кислоты, образующейся путём отщепления аммиака от фенилаланина фенилаланинаммияклизой. Однако, недавно стало известно, что тирозин является предшественником лигнина у некоторых злаков, например, трахинии или коротконожки двухколосковой (*Brachypodium distachyon*) (рис. 8, слева вверху), являющейся модельным организмом в ряде научных исследований [27].

Кстати, именно лигнин древесины стал предшественником современных месторождений каменного угля

(рис. 8, внизу), в формировании которых сыграли роль анаэробные микроорганизмы [28].

Ещё несколько интересных примеров превращений тирозина представлены на рис. 9.

Между прочим, плоды шелковицы изображены на рис. 1 не случайно. После употребления сладкой, сахаристой пищи в печени и мышцах человека интенсивно вырабатывается гликоген – полисахарид, сходный с крахмалом. Это – энергетический резерв организма. А затравкой синтеза гликогена является белок гликогенин. Рост полисахаридных цепочек начинается с гидроксильных групп тирозина, входящих в состав этого белка [35]. К гидроксилам тирозина присоединяются первые молекулы глюкозы – гликоген образуется из глюкозы и служит её резервом. В результате, каждая гранула гликогена содержит в центре белковую молекулу гликогенина.

Элемент фосфор играет в живых организмах громадное число ролей. Одна из важнейших – изменение конформации и свойств белков в результате фосфорилирования аминокислот серина, тирозина и треонина. Гормон инсулин в норме приводит к фосфорилированию инсулинового рецептора по гидроксильной группе тирозина, активируя высокоспецифичный фермент тирозинкиназу инсулинового рецептора. Это запускает каскадный механизм снижения уровня глюкозы в крови. Однако, при развитии патологии – резистентности к инсулину – фермент меняет активность и фосфорилирует остаток серина. В результате, рецептор перестаёт реагировать на инсулин и возникает инсулиннезависимый сахарный диабет второго типа [36]. Причины заболевания до конца не изучены, хотя прослеживается связь с ожирением и избыточным весом.

Все приведённые примеры очень разноплановые и почти не связаны между собой. За исключением того, что все они сводятся к производным очень немногих молекул. Всё бесконечное многообразие метаболических путей и вторичных метаболитов в природе ведёт начало от нескольких веществ (так называемых первичных метаболитов), которые можно пересчитать по пальцам, и которые выполняют в биосфере универсальную роль [37]. Это обстоятельство имеет глубокий смысл, поскольку ведёт к упрощению и возрастанию надёжности

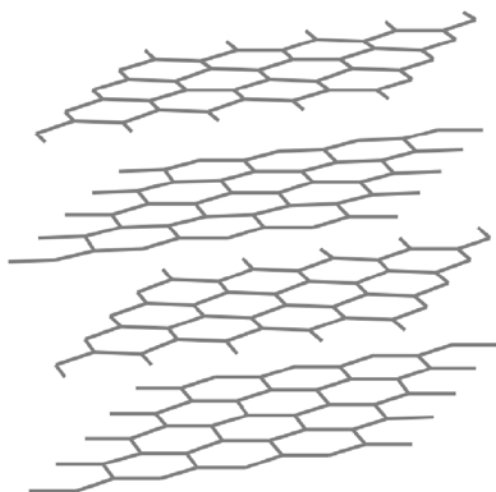


Рис. 8. Слева сверху. Колоски коротконожки двухколосковой. Это растение кажется совсем невзрачным, пройдёшь мимо, не глядя. Но на самом деле, это настоящий клад. Японцы рассматривают коротконожку в качестве перспективной зерновой культуры, и это неслучайно – она состоит в близком родстве со многими культурными злаками. Благодаря короткому жизненному циклу и неприхотливости, она стала модельным организмом у генетиков, молекулярных и клеточных биологов. А теперь оказалось, что коротконожка синтезирует лигнин не из фенилаланина, как все порядочные растения, а из тирозина. Источник: [Википедия](#). Справа сверху. Стрекоза *Rhyothemis plutonia*, обитающая в Юго-Восточной Азии, одно из самых красивых насекомых мира, что не мешает ей быть прожорливым хищником. Виртуозный полёт этих существ возможен благодаря белку резилину. Источник: [7fon.club](#). Справа внизу. Возможно, этот кусок графита, чистый углерод представляет собой предельно карбонифицированное биогенное органическое вещество. Источник: [thermofisher.com](#). В его формировании значительную роль могли сыграть термофильные метаногенные микроорганизмы, такие как обитающая в угольных пластах *Methermicoccus shengliensis*. Слева внизу. Фрагмент структуры графита. Источник: [Википедия](#).

живых систем. Если бы каждый метаболический путь в клетке требовал своей собственной исходной молекулы, никакой, даже самый гигантский геном не справился бы с хранением соответствующего объёма информации. Поэтому универсальность первичных метаболитов это важнейшее свойство жизни, ведущее к экономии генома, к избеганию излишней сложности живого организма. Как же возникло такое разнообразие?

Всё многообразие метаболических путей и вторичных метаболитов в природе (а их множество приближается к бесконечности) ведёт начало от нескольких веществ (так называемых первичных метаболитов), которые можно пересчитать по пальцам, и которые выполняют в биосфере универсальную роль. Можно с полным основанием сказать, что полный набор первичных метаболитов уже был представлен у общего предка всех современных живых организмов – гипотетического “Луки” (LUCA – last universal common ancestor, последний универсальный общий предок).

Это обстоятельство имеет глубокий эволюционный смысл, поскольку ведёт к упрощению и возрастанию надёжности живых молекулярных машин. Если бы каждый метаболический путь в клетке требовал своей собственной исходной молекулы, никакой, даже самый гигантский геном не справился бы с хранением соответствующего объёма информации. Аминокислоты серин и тирозин являются типичными первичными метаболитами и присутствуют во всех без исключения организмах. Пути их биосинтеза, без сомнения, очень древние и возникли на заре появления жизни.

А вот разнообразие вторичных метаболитов так же велико, как и самих биологических видов, если не больше. В ходе эволюции метаболизм пресловутых серина и тирозина оброс всевозможными “пристройствами”, каждый из которых уникален для узкой таксономической группы. Например, одно из простейших производных серина – токсичный и обладающий противотуберкулёзным действием антибиотик циклосерин – продуцируется исключительно

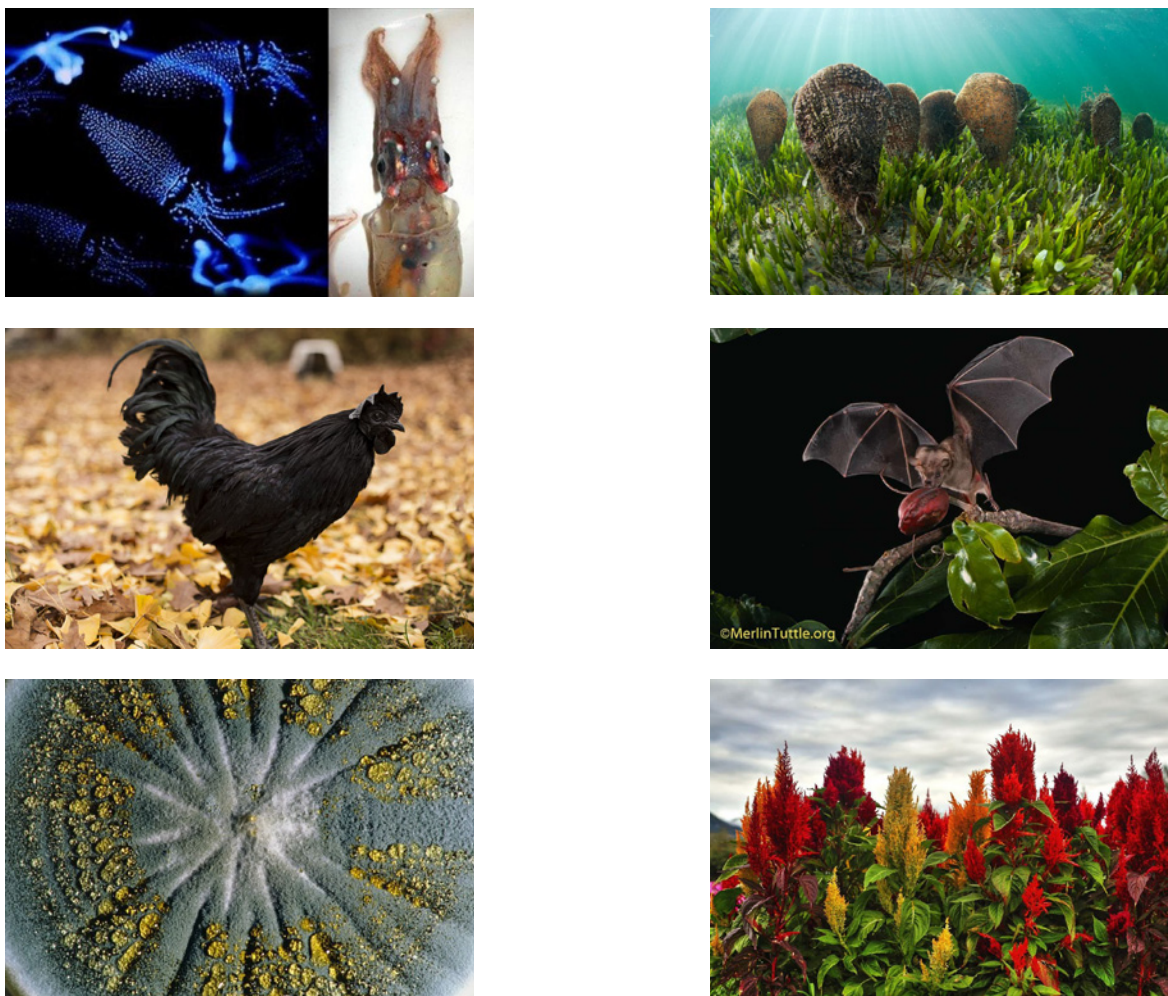


Рис. 9. Целентеразин, образующийся при конденсации двух ароматических аминокислот – тирозина и фенилаланина, представляет собой люциферин, ответственный за биолюминесценцию морских ракообразных, головоногих моллюсков, кишечнорастворимых, морских стрелок, иглокожих и даже рыб [29]. Обитающий у побережья Японии кальмар светлячок (*Watasenia scintillans*) несёт на теле более 1000 светящихся органов, излучающих яркое синее свечение. На массовые скопления кальмаров приезжают смотреть туристы. Свечение целентеразина обеспечивается при его окислении кислородом. Источник: [Anaber](#).

В отличие от подвижных и смыслённых головоногих, большинство двусторчатых моллюсков ведёт прикреплённый образ жизни. Чтобы с насиженного места их не сносило течение, они закрепляются на поверхностях при помощи нитей биссуса – своеобразного шёлка [30]. Биссус – это белок, содержащий в своём составе производное тирозина дофа (дигидроксифенилаланин). Гидроксильные группы этих аминокислотных остатков придают биссусу адгезивные свойства, позволяют накрепко прилипнуть к субстрату и удерживать моллюска. Планктонные личинки двусторчатых моллюсков используют пучки нитей для увеличения плавучести. Из биссусных нитей издавна шьют очень дорогие, красивые и прочные ткани под названием виссон. На фото благородные пинны (*Pinna nobilis*), которые исторически служили основным источником виссона. Источник: [thevalleypost.com](#).

Тирозин является предшественником многих природных пигментов. Из него синтезируются пигменты животных и плесневых грибов меланины. Они придают цвет волосам млекопитающих и перьям птиц. Меланины животных подразделяются на два класса – эумеланины, имеющие чёрный цвет, и феомеланины жёлтого и красноватого цветов [31] (схема 6). Петух породы аям-чемани родом из Индонезии содержит в своём теле в десять раз больше гранул эумеланина, чем другие породы кур (*Gallus gallus*). Это придаёт очень необычный однотонный чёрный цвет его оперению и коже. Источник: [Pinterest](#). А плесневые грибы, например, чёрный аспергилл (*Aspergillus niger*), содержат “неканонические” аспеланины, строение которых сильно отличается, но которые также синтезируются из тирозина [32].

Эта летучая мышь из Центральной Америки, ямайский листонос (*Artibeus jamaicensis*), питается в основном цветочным нектаром и фруктами. После обильной трапезы концентрация глюкозы в крови зверька достигает 42 ммоль/л, что намного превышает смертельный уровень у человека и других млекопитающих. Но мышь живёт и не страдает сахарным диабетом. По-видимому, сильнейшие физические нагрузки при полёте приводят к моментальному метаболизму излишков глюкозы. Но тонкий механизм регуляции уровня сахара, как у любых позвоночных животных, безусловно, включает инсулин, рецептор инсулина и гликогенин. Источник: [news.tsu](#).

Из тирозина плесневый гриб золотистый пеницилл (*Penicillium notatum*) синтезирует антибиотик ксантоциллин, имеющий уникальное для природного вещества строение. Он содержит две изонитрильные группы [33]. Источник: [sciencephoto.com](#).

Растения из порядка Centrospermae не содержат антоцианы. Их пигментами, придающими растениям красную, фиолетовую или жёлтую окраску, являются беталаины, которые синтезируются из тирозина. Красно-фиолетовый цвет имеют бетацианины, жёлтый – бетаксантины. Их сочетание может давать оранжевый оттенок. Белые растения не способны синтезировать беталаины, биосинтез останавливается на бесцветных предшественниках пигментов. В результате цветочная палитра садовых амарантов и целозий становится очень широкой [34]. На фото внизу справа – культурный амарант багряный (*Amaranthus cruentus*) разной окраски соцветий. Источник: [Новый очаг](#).

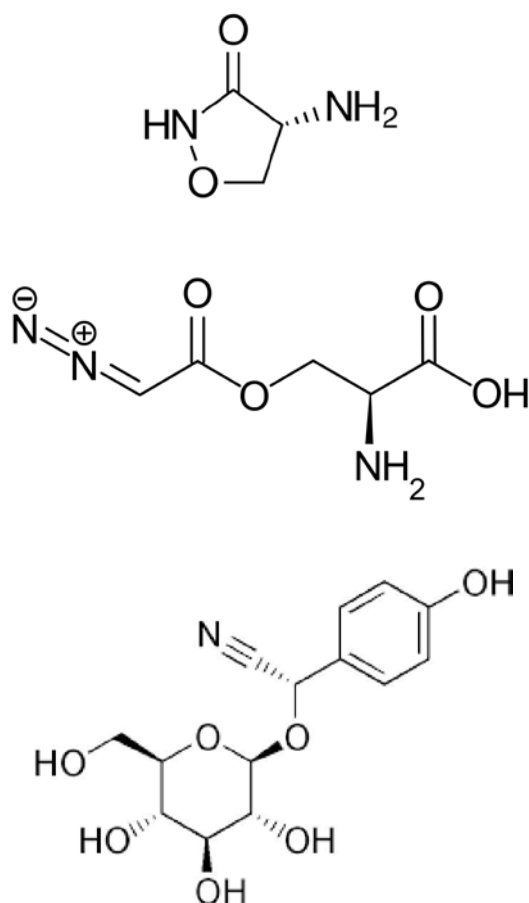


Рис. 10. Слева сверху. Циклосерин. Источник: [Wikimedia](#). Справа сверху. Колонии стрептомицетов *Streptomyces coelicolor*. Источник: [John Innes Centre](#). Слева в центре – антибиотик азасерин, уникальное природное диазосоединение. Источник: [Википедия](#). Слева внизу. Цианогенный гликозид дуррин. Источник: CAS 499-20-7. Справа внизу. Спелые колосья гаюляна (*Sorghum bicolor*). Источник: [Корм и зерно](#).

несколькими видами стрептомицетов (род *Streptomyces*) [38] (рис. 10, сверху). Цианогенный гликозид дуррин, являющийся источником синильной кислоты в некоторых сортах сорго, вырабатывается из тирозина именно этим растением [39, 40] (рис. 10, внизу).

Циклосерин настолько простая молекула, что его можно синтезировать из серина чисто химическим путём. Так его обычно получают для медицинских целей. В природе синтезируется видами *Streptomyces orchidaceus*, *S. garyphalus*, *S. lavendulus*. Стрептомицеты – представители актинобактерий, группа бактерий, прокариот, клетки которых ветвятся и похожи на мицелий грибов. Распространены повсеместно. Известны именно как продуценты многообразных антибиотиков (например, широко известного стрептомицина). Близкородственный вид *S. fragilis* продуцирует совершенно уникальное природное вещество, антибиотик азасерин – сложный эфир серина и диазоуксусной кислоты [41].

А в нашем случае в эту универсальность биохимии и почти бесконечное многообразие её продуктов – вторичных метаболитов – встроились два токсичных и в целом чуждых живой природе вещества – формальдегид и фенол.

Чистый формальдегид – бесцветный газ с резким неприятным запахом. Водный раствор формальдегида – формалин, используют для фиксации биологических препаратов. Между прочим, в формалин часто добавляют метиловый спирт для стабилизации. Формальдегид делает сшивки в макромолекулах белков, в результате возрастает их прочность и устойчивость к гниению. По этой же причине формалин издавна применяют для дубления кожи. Препараты в формалине (рис. 11, сверху слева) иногда сохраняются веками.

На биохимическом предшественнике формальдегида, метиловом спирте (он же древесный спирт и метанол) [42] надолго останавливаться не стану – про это очень опасное вещество, “выдающее” себя за пищевой этиловый спирт своими свойствами, я уже рассказывал в одной из предыдущих статей [43].

Метилотрофные микроорганизмы, окисляют метанол алкогольдегидрогеназой до формальдегида. В одном из путей формальдегид соединяется с глицином, с образованием пресловутого L-серина.

Крайне любопытно, что при помощи фермента тирозинфеноллизазы из *Citrobacter freundii* (устаревшее



Рис. 11. Слева сверху. Биологические препараты в формалине. Источник: [foursquare city guide](#). Справа сверху. Краска гуашь издаёт специфический запах фенола – этот антисептик издавна вводится в состав краски на натуральной основе, чтобы предотвратить рост микроорганизмов. Источник: [Профупаковка](#). Слева внизу. Метанол и формальдегид образуются в результате окисления метана бактериями метанотрофами. На фото – метановые пузыри, вмёрзшие в лёд озера Байкал. Источник: [Ютюб](#). Справа внизу. Кислород в нормальных условиях – газ без цвета, вкуса и запаха. При $-118.57\text{ }^{\circ}\text{C}$ он превращается в жидкость светло-голубого цвета, которую притягивает магнит. При $-218.35\text{ }^{\circ}\text{C}$ замерзает в виде кристаллов синего цвета. На фото – кристаллы замёрзшего кислорода. Источник: [Дзен](#).

название микроба *Escherichia intermedia*), образовавшийся серин может с отщеплением молекулы воды конденсироваться с фенолом, с образованием другой незаменимой аминокислоты, о которой идёт речь в статье – L-тирозина! Фенол – известный антисептик, эффективно денатурирующий белки. На этом основана его высокая токсичность. При комнатной температуре представляет собой твёрдое вещество – бесцветные кристаллы, при окислении приобретающие розовую окраску. Но он летуч и быстро испаряется. Фенол входит в состав гуаши (рис. 11, сверху справа), и каждому, кто рисовал этой краской, знаком его специфический запах. Ещё не так давно использовался в качестве дезинфицирующего средства в больницах, но из-за высокой токсичности перестал применяться.

Реакция конденсации фенола с серином также является обратимой, поэтому фенол в следовых концентрациях образуется как естественный метаболит ароматических аминокислот. Включение двух токсичных ксенобиотиков в состав аминокислоты, входящей в состав белков (рис. 12), является, пожалуй, наиболее изящным примером биодеградаций.

Сотрудникам американской корпорации Генекс удалось произвести совсем удивительный синтез L-тирозина из

формальдегида и фенола одновременно! Исследователи присоединили их к глицину при помощи комплекса ферментов серингидроксиметилтрансферазы из *Klebsiella aerogenes* и β -тирозины из *Erwinia herbicola* (ATCC 21434) [44]. При этом L-серин образовывался в виде короткоживущего промежуточного интермедиата. Это поразительный пример получения пищевого продукта из смеси самых опасных для жизни веществ. Здесь биодегградация – биологическое обезвреживание токсичных веществ – пересекается с другой важной проблематикой сегодняшнего дня, получением пищевых продуктов из непищевого сырья. Деятельность микроорганизмов метанотрофов легла в основу производства кормового белка из природного газа. В СССР такой белковый продукт выпускался под названиями “гаприн” и “паприн”. Сегодня производство такого белка налажено в странах, богатых месторождениями природного газа и с климатом, неблагоприятным для ведения сельского хозяйства. Например, в арабском Катаре. Так метан – простейшее из всех органических веществ – включается в состав сложнейших из них, белков.

Интересно, что сами формальдегид и метанол тоже являются природными веществами! Они образуются в результате окисления газа метана метанотрофными бак-

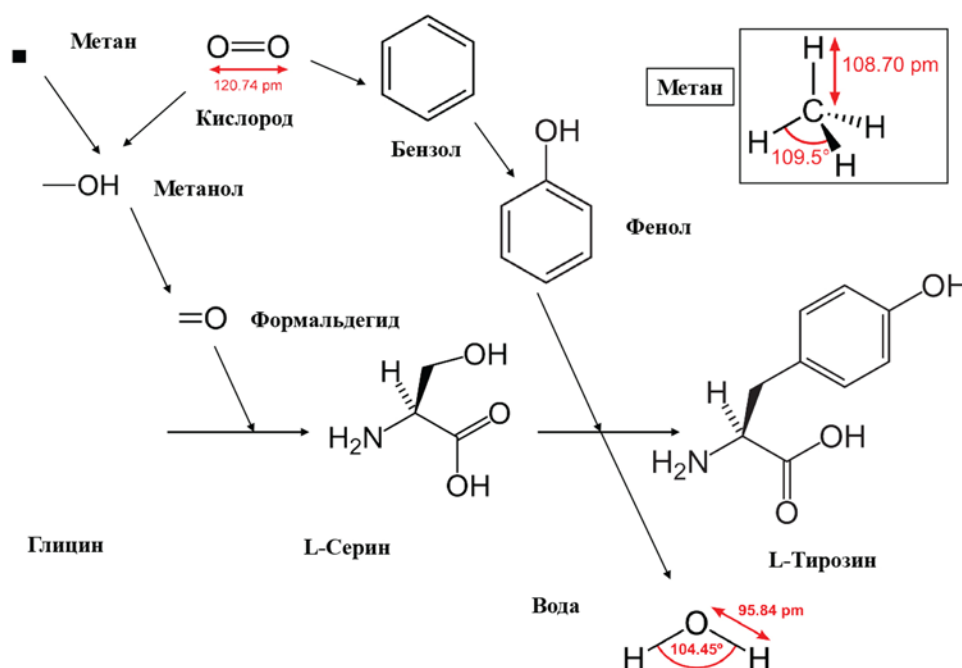


Рис. 12. Вот так два ядовитых вещества превращаются в одно полезное. Включение формальдегида и фенола в состав аминокислот – блестящий пример биодegradации. Синтез серина из метанола осуществляется некоторыми метилотрофными бактериями (например, *Methylomonas aminofaciens*), тирозина из фенола – *Citrobacter freundii*. Рисунок автора.

териями [45]. Бензол, который очень токсичен и обладает канцерогенным действием, самые разнообразные живые организмы, от бактерий до млекопитающих, окисляют до фенола [46] (рис. 11, внизу).

Конечно, обязательно надо сказать, о том, что биосинтез серина из глицина и формальдегида не основной. Метанотрофы и метилотрофы таким образом усваивают метан и метанол, но это довольно специфические формы живых организмов. Основной путь биосинтеза серина – аминирование 3-фосфоглицериновой кислоты, которая в свою очередь образуется из глюкозы. У растений источником серина и других аминокислот является запасной полисахарид крахмал. Природный глицин почти целиком образуется из серина за счёт реакции, обратной присоединению формальдегида. Значит, формальдегид синтезируется в живых клетках? Нет, эволюция не закрепила бы такой опасный признак. Отщепляемая от серина метиленовая группа CH_2 включается в состав 5,10-метенилтетрагидрофолиевой кислоты, одной из форм витамина B_9 . В таком виде этот эквивалент формальдегида абсолютно не опасен и легко включается в дальнейший метаболизм. Однако, молекулы серина, образовавшиеся столь разными путями, абсолютно идентичны, как и любые молекулы одного вещества. Это тоже надо иметь в виду.

Биосинтез тирозина из фенола и серина в природе вообще не описан, хотя потенциально вполне возможен – ведь обратную реакцию фермент осуществляет. О природе, особенно на уровне биохимии, мы знаем пока до обидного

мало. Тирозин и другие ароматические аминокислоты синтезируются из глюкозы шикиматным путём, хотя для триптофана этот путь выглядит более сложным.

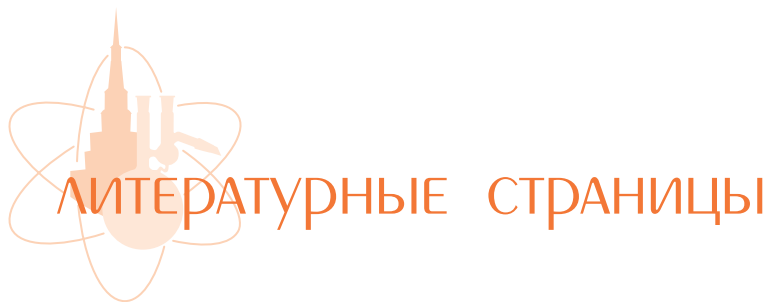
Итак, мы рассмотрели два вещества из числа тех, что выполняют ключевую роль в жизнедеятельности. Каждое из них можно представить как некий центр, от которого в разные стороны, подобно спицам колеса, расходятся функции и метаболические пути. При этом следует особо подчеркнуть: функции таких ключевых веществ очень многообразны. В принципе, всё перечисленное давно известно, некоторые примеры даже вошли в учебники. Однако следует подчеркнуть: огромное количество самых разнообразных функций в биосфере возложено на пару аминокислот, к тому же связанных между собой биохимическим родством.

Если же исходить из того, что данные аминокислоты формально являются производными формальдегида и фенола, то, наблюдая за их метаболизмом, мы можем мысленно проследить превращения этих молекул. Фактически, мы уже заглядываем за грань биодegradации, и наблюдаем дальнейшие превращения этих веществ уже после того, как они были обезврежены. Так незаметно мы от проблемы биодegradации загрязнителей незаметно переходим к не менее интересной проблеме получения биологических продуктов из ископаемого сырья – природного газа, нефти и угля. Природный газ является источником метана, нефть – бензола, а каменный уголь – фенола, превращения которых приводят к указанным аминокислотам.

Литература

- Миндубаев А.З.: Биodeградация белого фосфора: как яд стал удобрением. ИОФХ им. А. Е. Арбузова 2016. Ежегодник. – Казань, КФТИ КазНЦ РАН. 2017. С. 93-105.
- Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А.: Биологическая деградация жёлтого (белого) фосфора – вещества первого класса опасности // Журнал неорганической химии. 2021. Т. 66. № 8. С. 1137-1142.
- Du S., Zhang J., Zhou W.T., Li Q.X., Greene G.W., Zhu H.J., Li J.L., Wang X.G.: Interactions between fibroin and sericin proteins from *Antheraea pernyi* and *Bombyx mori* silk fibers // Journal of Colloid and Interface Science. 2016. Vol. 478. P. 316-323.
- Claus M.T., Zocher G.E., Maier T.H.P., Schulz G.E.: Structure of the O-acetylserine sulphydrylase isoenzyme CysM from *Escherichia coli* // Biochemistry. 2005. Vol. 44. No. 24. P. 8620-8626.
- Carraschoza Mayen J.F., Lupan A., Cosar C., Kun A.-Z., Silaghi-Dumitrescu R.: On the roles of the alanine and serine in the β -sheet structure of fibroin // Biophysical Chemistry. 2015. Vol. 197. P. 10-17.
- Povarov N.V., Barinov N.A., Baranov M.S., Markina N.M., Varizhuk A.M., Pozmogova G.E., Klinov D.V., Kozhemyako V.B., Lukyanov K.A. // Efficient silica synthesis from tetra(glycerol)orthosilicate with cathepsin- and silicatein-like proteins. SciRep. 2018. Vol. 8. No. 16759. P. 1-9.
- Brini E., Fennell C.J. Fernandez-Serra M., Hribar-Lee B., Lukšić M., Dill K.A.: How water's properties are encoded in its molecular structure and energies // Chem. Rev. 2017. Vol. 117. No. 19. P. 12385-12414.
- Pandey R., Usui K., Livingstone R.A., Fischer S.A., Pfandtner J., Backus E.H.G., Nagata Y., Fröhlich-Nowoisky J., Schmüser L., Mauri S., Scheel J.F., Knopf D.A., Pöschl U., Bonn M., Weidner T.: Ice-nucleating bacteria control the order and dynamics of interfacial water // Sci. Adv. 2016. Vol. 2. No. e1501630. P. 1-8.
- Long J.Z., Cravatt B.F.: The metabolic serine hydrolases and their functions in mammalian physiology and disease // Chem. Rev. 2011. Vol. 111. No. 10. P. 6022-6063.
- Radisky E.S., Lee J.M., Lu C.-J.K., Koshland D.E.: Insights into the serine protease mechanism from atomic resolution structures of trypsin reaction intermediates // PNAS. 2006. Vol. 103. No. 18. P. 6835-6840.
- Kalluraya C.A., Weitzel A.J., Tsu B.V., Daugherty M.D.: Bacterial origin of a key innovation in the evolution of the vertebrate eye // PNAS. 2023. Vol. 120. No. 16. e2214815120. P. 1-7.
- Agard N.J., Bertozzi C.R.: Chemical approaches to perturb, profile, and perceive glycans // Accounts of Chemical Research. 2009. Vol. 42. No. 6. P. 788-797.
- Reitz Z.L., Sandy M., Butler A.: Biosynthetic considerations of triscatechol siderophores framed on serine and threonine macrolactone scaffolds // Metallomics. 2017. Vol. 9. No. 7. P. 824-839.
- Kim H.-Y., Huang B.X., Spector A.A.: Phosphatidylserine in the brain: metabolism and function. Prog Lipid Res. 2014. Vol. 56. No. 1. P. 1-18.
- Wigger D., Gulbins E., Kleuser B., Schumacher F.: monitoring the sphingolipid de novo synthesis by stable-isotope labeling and liquid chromatography-mass spectrometry // Front. Cell Dev. Biol. 2019. Vol. 7. No. 210. P. 1-16.
- Graham D.L., Beio M.L., Nelson D.L., Berkowitz D.B.: Human serine racemase: Key residues/active site motifs and their relation to enzyme function // Front. Mol. Biosci. 2019. Vol. 6. No. 8. P. 1-15.
- Raboni S., Marchetti M., Faggiano S., Campanini B., Bruno S., Marchesani F., Margiotta M., Mozzarelli A.: The energy landscape of human serine racemase // Front. Mol. Biosci. 2019. Vol. 5. No. 112. P. 1-17.
- Papini A.M.: From morphine to endogenous opioid peptides, e.g., endorphins: the endless quest for the perfect painkiller // Substantia. 2018. Vol. 2. No. 2. P. 81-91.
- Ziegler J., Facchini P.J., Geissler R., Schmidt J., Ammer C., Kramell R., Voigtländer S., Gesell A., Pienkny S., Brandt W.: Evolution of morphine biosynthesis in opium poppy // Phytochemistry. 2009. Vol. 70. No. 15-16. P. 1696-1707.
- Cosentino M., Marino F.: Adrenergic and dopaminergic modulation of immunity in multiple sclerosis: Teaching old drugs new tricks? // J. Neuroimmune Pharmacol. 2013. Vol. 8. No. 1. P. 163-179.
- Mondal S., Raja K., Schweizer U., Mughes G.: Chemistry and biology in the biosynthesis and action of thyroid hormones // Angew. Chem. Int. Ed. 2016. Vol. 55. No. 27. P. 7606-7630.
- Ikedo H., Hayashi Y., Takahashi N., Watabe T., Kanai Y., Shinohara A., Kato H., Watabe H., Shimosegawa E., Hatazawa J.: Application of astatine-210: Evaluation of astatine distribution and effect of pre-injected iodide in whole body of normal rats // Applied Radiation and Isotopes. 2018. Vol. 139. P. 251-255.
- Guo Z., He J., Barry B.A.: Calcium, conformational selection, and redox-active tyrosine YZ in the photosynthetic oxygen-evolving cluster // PNAS. 2018. Vol. 115. No. 22. P. 5658-5663.
- Nakamura S., Capone M., Narzi D., Guidoni L.: Pivotal role of the redox-active tyrosine in driving the water splitting catalyzed by photosystem II // Phys.Chem.Chem.Phys.2020. Vol. 22. No. 273. P. 273-285.
- Lee J., Ju M., Cho O.H., Kim Y., Nam K.T.: Tyrosine-rich peptides as a platform for assembly and material synthesis // Adv. Sci. 2019. Vol. 6. No. 1801255. P. 1-15.
- Brady J.D., Sadler I.H., Fry S.C.: Di-isodityrosine, a novel tetrameric derivative of tyrosine in plant cell wall proteins: a new potential cross-link // Biochem. J. 1996. Vol. 315. No. 1. P. 323-327.
- Maeda H.A.: Lignin biosynthesis. Tyrosine shortcut in grasses // Nature Plants. 2016. Vol. 2. No. 16080. P. 1-2.
- Lloyd M.K., Trembath-Reichert E., Dawson K.S., Feakins S.J., Mastalerz M., Orphan V.J., Sessions A.L., Eiler J.M.: Methoxyl stable isotopic constraints on the origins and limits of coal-bed methane // Science. 2021. Vol. 374. No. 6569. P. 894-897.
- Oba Y., Kato S., Ojika M., Inouye S.: Biosynthesis of coelenterazine in the deep-sea copepod, *Metridia pacifica* // Biochemical and Biophysical Research Communications. 2009. Vol. 390. No. 3. P. 684-688.
- Guo Q., Zou Z., Qian X., Chen S., Gao H., Yu J.: Hydrogen-bonds mediate liquid-liquid phase separation of mussel derived adhesive peptides // Nature Communications. 2022. Vol. 13. No. 5771. P. 1-10.
- Liberti D., Alfieri M.L., Monti D.M., Panzella L., Napolitano A.: A melanin-related phenolic polymer with potent photoprotective and antioxidant activities for dermo-cosmetic applications // Antioxidants. 2020. Vol. 9. No. 270. P. 1-14.
- Geib E., Gressler M., Viedernikova I., Hillmann F., Jacobsen I.D., Nietzsche S., Hertweck C., Brock M.: A non-canonical melanin biosynthesis pathway protects *Aspergillus terreus* Conidia from environmental stress // Cell Chemical Biology. 2016. Vol. 23. No. 5. P. 587-597.
- Lim F.Y., Won T.H., Raffa N., Baccile J.A., Wisecaver J., Rokas A., Schroeder F.C., Keller N.P.: Fungal isocyanide synthases and xanthocillin biosynthesis in *Aspergillus fumigatus* // mBio 2018. Vol. 9. No. e00785-18. P. 1-17.
- Strack D., Vogt T., Schliemann W.: Recent advances in betalain research // Phytochemistry. 2003. Vol. 62. No. 3. P. 247-269.
- Camiruaga A., Usabiaga I., Insausti A., Cocinero E.J., León I., Fernández J.A.: Understanding the role of tyrosine in glycogenin // Molecular BioSystems. 2013. Vol. 13. No. 9. P. 1709-1712.
- Luo M., Reyna S., Wang L., Yi Z.-P., Carroll C., Dong L.Q., Langlais P., Weintraub S.T., Mandarino L.J.: Identification of insulin receptor substrate 1 serine/threonine phosphorylation sites using mass spectrometry analysis: regulatory role of serine 1223 // Endocrinology. 2005. Vol. 146. No. 10. P. 4410-4416.
- Wehbia S., Wheelera A., Morel B., Manepalli N., Minhd B.Q., Laurettae D.S., Maself J.: Order of amino acid recruitment into the genetic code resolved by last universal common ancestor's protein domains // PNAS. 2024. Vol. 121. No. 52. e241031121. P. 1-9.
- Uda N., Matoba Y., Kumagai T., Oda K., Noda M., Sugiyama M.: Establishment of an in vitro d-cycloserine-synthesizing system by using o-ureido-l-serine synthase and d-cycloserine synthetase found in the biosynthetic pathway // Antimicrobial Agents and Chemotherapy. 2013. Vol. 57. No. 6. P. 2603-2612.
- Yeats T.H.: Setting and diffusing the cyanide bomb in plant defense // Plant Physiology. 2018. Vol. 178. No. 3. P. 956-957.

40. Yulvianti M., Zidorn C.: Chemical diversity of plant cyanogenic glycosides: An overview of reported natural products // *Molecules*. 2021. Vol. 26. No. 719. P. 1-19.
41. Wei Z.-W., Niikura H., Wang M., Ryan K.S.: Identification of the azaserine biosynthetic gene cluster implicates hydrazine as an intermediate to the diazo moiety // *Org. Lett.* 2023. Vol. 25. No. 22. P. 4061-4065.
42. Anthony C., Williams P.: The structure and mechanism of methanol dehydrogenase // *Biochimica et Biophysica Acta*. 2003. Vol. 1647. No. 1-2. P. 18-23.
43. Миндубаев А.З.: Биodeградация ксенобиотиков как защита природы. ИОФХ им. А. Е. Арбузова 2020. Ежегодник. – Казань, ФИЦ КазНЦ РАН. 2021. С. 139-152.
44. Lee T.K., Hsiao H.-Y.: Synthesis of l-tyrosine by a coupled reaction of serine hydroxymethyltransferase and β -tyrosinase // *Enzyme and Microbial Technology*. 1986. Vol. 8. No. 9. P. 523-526.
45. Tveit A.T., Hestnes A.G., Robinson S.L., Schintlmeister A., Dedysh S.N., Jehmlich N., von Bergen M., Herbold C., Wagner M., Richter A., Svenning M.M.: Widespread soil bacterium that oxidizes atmospheric methane // *PNAS*. 2019. Vol. 116. No. 17. P. 8515-8524.
46. Scherer G., Renner T., Meger M.: Analysis and evaluation of trans,trans-muconic acid as a biomarker for benzene exposure // *Journal of Chromatography B*. 1998. Vol. 717. No. 1-2. P. 179-199.



Мы продолжаем печатать* отрывки из книги воспоминаний Владимира Евгеньевича Катаева – одного из старейших сотрудников Института, доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Республики Татарстан и лауреата Государственной премии Республики

Татарстан. В очередном выпуске Ежегодника ИОФХ им. А. Е. Арбузова публикуются фрагменты глав “Что ярко вспоминается о моей работе в дирекции”, “Как я вернулся в органическую химию”, “Как я пришёл в химию природных соединений”.

Что ярко вспоминается о моей работе в дирекции

Сейчас, оглядываясь на события более чем 25-летней давности, я могу сказать, что 1991–1996 – годы моей работы на посту зам. директора ИОФХ – это для меня бездарно прожитые годы. Нельзя сказать, что я полностью потерял научную квалификацию, но связь с наукой потерял – это точно.

Закрылась программа президиума АН СССР, в рамках которой я работал с В. С. Резником. Занимаясь финансовыми делами Института и курируя его прикладную деятельность, я бросил следить за научной литературой. С тех далёких времён я уже несколько раз менял область своих научных исследований и сейчас нахожусь очень далеко от того, чем занимался в годы своей молодости.

В начале 1990-х я потерял возможность заниматься любимой фундаментальной наукой, про которую народ всегда совершенно справедливо говорил – “эти умники удовлетворяют своё любопытство за наш счёт”. Однако вместе со мной это удовольствие потеряли и десятки тысяч сотрудников институтов АН СССР, которые были вынуждены теперь всяческими способами искать себе средства пропитания и проживания – наступил крах не только научной академической жизни. Но, в моём замдиректорстве, наряду с упомянутой выше потерей научной квалификации, был и ОГРОМНЫЙ ПЛЮС – менее-более высокая зарплата зам. директора, которая

позволила моей семье выжить в годину тяжелейших экономических реформ начала 1990-х.

Осенью 1989 года, Бориса Александровича Арбузова, которому исполнилось 85 лет, освободили от занимаемой должности, то есть от руководства его любимой лабораторией Структуры и реакционной способности органических соединений (в Институте её неформально называли лабораторией Структуры). Это был удар. В первую очередь для БА. Он приходил в свой кабинет и сидел, положив на стол сжатые в кулаки ладони. Я где-то уже писал, что ладони у академика были, как у лесоруба – огромные, натруженные и твёрдые на ощупь. Мы его не тревожили. Ему предложили стать руководителем группы при дирекции. Борис Александрович согласился и в его группу при дирекции тут же перешли его соратники и сподвижники – Андрей Оскарович Визель со своими сотрудниками и сотрудники группы Олега Александровича Ерастова, скоропостижно скончавшегося 6 ноября 1988 года.

В августе 1990 года директором ИОФХ был избран Александр Иванович Коновалов. Отмечу, что когда в мае 1990-го года был объявлен конкурс на замещение должности директора, Александр Иванович пришёл в нашу группу и попросил Сергея Вульфсона и меня помочь ему в организации предвыборной кампании в Институте. Мы с радостью согласились.

Летом 1991 года истёк второй срок работы в качестве зам. директора Института у Эльвиры Салиховны Батыевой, и А. И. Коновалов предложил мне занять эту должность. Я подумал, подумал и... согласился.

Формально я назывался заместителем директора по науке, но заниматься пришлось совершенно не ей. Бюджетное финансирование Института сократилось в несколько раз, причём поступало с месячными задержками. Бухгалтерия требовала решения дирекции – как

* Ежегодники ИОФХ им. А. Е. Арбузова 2021–2023 гг.

их расходовать: то ли платить зарплату, так всё равно на всех не хватит, то ли платить за свет, газ, воду – иначе отключат.

Заседания Учёного совета превратились в ежемесячный бухгалтерский отчёт: сколько денег мы получили, какие у нас реальные потребности, какой дефицит институтского бюджета. Наступил день, когда за наши колоссальные долги по коммунальным платежам, несмотря на постоянные визиты Александра Ивановича в администрацию Советского района, нам было объявлено, что Институт будет отключён от воды, электричества и газа. Какая уж там ещё наука! Дирекция приняла решение ликвидировать лабораторию Электрохимии. Все её сотрудники были уволены. Лабораторные помещения сданы в аренду. Лабораторию В. С. Резника сократили на один этаж, и практически весь новый корпус, построенный на деньги программы Президиума АН СССР, выделенные для Владимира Савича и для его лаборатории, был сдан в аренду Министерству экологии. В аренду коммерческой структуре сдали даже институтский буфет с небольшой кухонькой. В очередной раз задержали выплату зарплаты. Но мы смогли “реструктурировать” долги по коммунальным платежам и частично расплатиться.

Были предприняты усилия, чтобы начать зарабатывать деньги самим. Тем более что академическим институтам было разрешено заниматься частнособственническим предпринимательством через, так называемые “малые предприятия” (МП). В Институте нашлись химики с предпринимательской жилкой. Валя Назмутдинова открыла МП “Деко” и стала производить препарат “Локоп” для химической завивки волос, представляющий собой тиогликолевую кислоту, синтезировать которую она подрядила всех желающих. Из нашей лабы тиогликолевую кислоту синтезировала Света Игнатьева. Таким образом, на втором этаже главного здания, в лабораториях А. Н. Пудовика и Э. С. Батыевой началось коммерческое производство “Локона”. В 1994 году Саша Бредихин, по согласованию с А. И. Коноваловым, выделился из нашей лабы в свою лабораторию Воспроизводимых лекарственных средств. В неё вошли и наши бывшие аспиранты Игорь Кушниковский и Ильдар Абдуллин.

Талантливому синтетику Саше Бредихину эта подельщина очень и очень не нравилась. И они стали синтезировать дженерики – действующее начало уже изобретённых и запатентованных какими-то фармацевтическими компаниями лекарственных средств. Первым дженериком, синтез которого Саша освоил и передавал для сбыта в МП “Синтон”, был известный противомикробный препарат Метронидазол. Первая стадия синтеза, нитрование 2-метилимидазола азотной кислотой, была весьма опасной. Саша, рассказывая мне об этой своей работе, шутливо вспоминал, что во время нитрования он в напряжении стоял в стороне от тяги, пригнувшись. Но думаю, что в тот момент ему было не до шуток. Вторым дженериком, синтез которого в лабораторных количествах Бредихин освоил, был Мелатонин – основной гормон эндокринной железы человека. Это был самый

успешный, НАЧАТЫЙ С НУЛЯ, коммерческий проект. Мелатонин реализовывался через МП “Фосфохим”, организованный В. А. Альфонсовым, М. Б. Зуевым и А. Н. Устюговым. Третьим дженериком, синтез которого освоил Саша Бредихин, был гипотензивный препарат Нифедипин. В лабораторных условиях он наработал – внимание! – ЧЕТЫРЕ килограмма Нифедипина, который был официальным образом, то есть от имени Института, продан в АО Татхимфармпрепараты.

В лаборатории Э. С. Батыевой, в группе Володи Иванова, был разработан противовирусный препарат Сульфамин, который соответствующие инстанции рекомендовали для лечения пневмонии и кишечных инфекций молодняка сельскохозяйственных. Лицензия на Сульфамин была продана Институтом фирме “Форсат”, которая стала производить его в килограммовых количествах.

Самым большим и, самое главное, удачным коммерческим проектом Института была разработка для ПО “Хитон” отдушки для освежителя воздуха. Идея принадлежала Сергею Байресу. В Институте был объявлен конкурс на лучшую отдушку. Конечно же, в нём приняли самое активное участие химики-природники Элла Казакова, Гузель Давлетшина, Галина Азиковна Бакалейник – ведь основой всех отдушек всегда были пахучие эфирные масла растений. Однако победу одержала группа Байреса. На закрытом конкурсе отдушек, который провела дирекция “Хитона” (закрытый – потому, что группе экспертов и главному инженеру “Хитона” был предъявлен на проноживание десяток пронумерованных отдушек, в число которых входили отдушки, производимые на различных предприятиях России и Прибалтики), победила отдушка Байреса под названием “Бона”. Поговаривали, что основой “Боны” являлась основная компонента французских духов, которую расшифровали великолепные институтские масс-спектрометристы Юрий Яковлевич Ефремов и Рашид Загитович Мусин, но что было на самом деле – пусть останется тайной. В том, что “Хитон” – успешное предприятие даже в провальные 1990-е годы, снизошёл до “какого-то там Института Арбузова”, было несомненной заслугой Володи Альфонсова – в те годы заведующего отделом прикладной химии.

Самым коммерчески успешным в нашем Институте оказалось малое предприятие “Технофос”, которое прекрасно функционировало более 20 лет. Директором “Технофоса” стал зам. директора Института по общим вопросам Алис Камилович Курамшин, а в правление вошли первый зам. директора по науке Владимир Савич Резник и директор Александр Иванович Коновалов. Продуктами деятельности “Технофоса” стали действующие начала лекарственных средств Ксимедон и Димефосфон – субстанции, которые производились в Технологической лаборатории ИОФХ.

Большим и успешным коммерческим проектом, начатым Институтом “с нуля”, стал проект разработки технологии производства безкалорийного заменителя сахара стевииоза. А успешным этот проект стал благодаря поддержке А. И. Коновалова, взявшего для его

реализации кредит и начавшим выплачивать реальные деньги всем участникам проекта.

Ежемесячная подготовка финансовых отчётов дирекции и Учёному совету, поиски возможных инвесторов, переговоры, разговоры, подписание многочисленных документов... Всё это, в конце концов, мне, мягко выражаясь, надоело. Я стал халтурить. И однажды (это был январь 1996 года) Александр Иванович сказал: “Шли бы вы, Володя, лучше писать свою докторскую диссертацию”.

Начался новый этап моей жизни.

Как я вернулся в органическую химию

В самом начале 1999 года ко мне подошёл академик Коновалов: “Володя, не согласитесь ли вы оппонировать докторскую диссертацию?”. Ни секунды не задумываясь, я тут же согласился. Ещё бы! Сам Александр Иванович обратился ко мне с лестным предложением выступить в качестве оппонента докторской диссертации! Да кто бы отказался от такого предложения? Правильно – никто.

– Александр Иванович, а кто диссертант? – позволил себе я поинтересоваться.

– Да вы его, конечно же, знаете, – отвечал Коновалов, – это Вахид Мамедов.

Я с радостью дал согласие А. И. Коновалову выступить в роли оппонента докторской диссертации Вахида, и буквально на следующий день Вахид принёс мне и саму диссертацию, и её автореферат. Как только Вахид ушёл, я отодвинул в сторону не такие уж и срочные свои дела и действительно с удовольствием (мне было впервой знакомиться с докторской диссертацией, посвящённой синтетической органической химии) сначала бегло прочитал автореферат только чтобы получить общее представление о работе...

К сожалению, а может быть к счастью, в том далёком 1999 году, я не знал, почему А. И. Коновалов предложил именно мне оппонировать докторскую диссертацию Вахида Мамедова, и почему Вахид был чрезмерно любезен, отдавая мне свою диссертацию и автореферат. Сейчас, а я пишу эти строки в ноябре 2019 года, когда по моей просьбе Вахид рассказал мне некоторую подоплёку подготовки своей докторской к защите, весьма нервную историю становления его, как учёного – будущего автора именной реакции, вошедшей в анналы именных реакций органической химии, как Mamedov Heterocycle Rearrangement.

Когда докторская диссертация была написана, Вахид никак не мог получить согласия на её представление к защите у двух известных учёных, мнением которых он очень дорожил – Якова Абрамовича Левина, зав. лабораторией Нефтехимического синтеза нашего Института, в которой в то время он работал, и Евгения Александровича Бердникова – профессора кафедры органической химии Химфака Казанского госуниверситета, с которым познакомился и подружился после защиты своей канди-

датской диссертации. Они всё время находили какие-то несущественные причины, из-за которых не давали Вахиду согласия на представление диссертации к защите.

Вдруг... Как часто это наречие предваряет описание каких-то неприятных событий! Но сейчас будет приятное исключение. Итак, вдруг Вахида вызывает к себе в кабинет зам. директора нашего Института Олег Герольдович Синяшин, только что (в 1997 году) избранный членом-корреспондентом Российской академии наук (РАН). Я не знаю, какие точно слова были произнесены, но смысл встречи и её итог мне известен. Олег Герольдович попросил у Вахида автореферат диссертации, чтобы показать его на очередном заседании Отделения химии и наук о материалах РАН своему хорошему приятелю, известному гетероциклисту Валерию Николаевичу Чарушину (сейчас В. Н. Чарушин директор Института органического синтеза им. И. Я. Постовского Уральского отделения РАН), с которым они вместе были избраны членами-корреспондентами РАН. Через 10 дней (Вахид на всю жизнь запомнил это число дней – десять) О. Г. Синяшин снова пригласил Вахида к себе и сказал, что Чарушину диссертация понравилась, и он, более того, предложил себя в качестве одного из оппонентов! Сообразили, что после этого произошло? Правильно! И Левин, и Бердников тут же изменили своё мнение о диссертации Вахида Мамедова на противоположное и тоже стали считать её достойной для представления к защите! Обрадованные чудесным разрешением напряжённой, если не сказать тупиковой, ситуации, они втроём (Левин, Бердников и Мамедов) начинают обсуждать, кого бы пригласить вторым и третьим оппонентом. Евгений Александрович в качестве второго оппонента предлагает зав. кафедрой органической химии Химфака КГУ профессора Игоря Сергеевича Антипина – известного специалиста в области физической органической и супрамолекулярной химии. Кандидатура принимается единогласно. Кого же взять третьим оппонентом, который, по общему мнению, должен быть из ИОФХа? Яков Абрамович предлагает несколько кандидатур, но Вахид третьим оппонентом неожиданно выбирает меня – более-менее известного в нашем Институте специалиста в области физической, но никак не синтетической органической химии! Но у меня была репутация весьма доброжелательного человека, что, я предполагаю, и послужило причиной выбора меня в качестве оппонента Вахидом. Левин и Бердников с моей кандидатурой согласились, а Синяшин и Коновалов такое решение поддержали. Вот так я и оказался третьим оппонентом докторской диссертации Вахида Мамедова.

Сначала я бегло прочитал автореферат – только чтобы получить общее представление о работе, и сразу же проникся к ней уважением. Диссертация Вахида Мамедова была посвящена (если не вдаваться в химические подробности, неинтересные моим читателям) изучению поведения дихлорметилкарбонильных соединений в реакции Дарзана и синтетическому потенциалу получающихся продуктов. Безусловной изюминкой (так говорили и писали при советской власти) или фишкой (так говорят,

но не пишут сейчас) диссертации была глава, в которой описывался разработанный Вахидом неизвестный ранее эффективный энантиоселективный хемоэнзиматический синтез боковой цепи C-13 природного дитерпеноида паклитакселя – высокоэффективного противоракового препарата (коммерческое название Таксол), который он провёл в лаборатории профессора Цубоя (Sadao Tsuboi, Okayama University, Okayama, Japan), находясь у него на стажировке буквально пару лет назад.

Затем я посмотрел список публикаций, в которых было изложено основное содержание диссертации – один из важных критериев в оценке диссертаций высшей аттестационной комиссией (ВАК). Список содержал 49 научных статей, опубликованных в ведущих российских и зарубежных журналах, что вполне соответствовало требованиям ВАК.

Я с удовольствием приступил к внимательному чтению и... обнаружил пренеприятнейшую вещь. За 26 лет после окончания Казанского госуниверситета, а, конкретней, кафедры органической химии, я очень и очень многое из органической химии забыл. Этим “многим-многим” были методы органического синтеза вообще и важнейшие именные реакции в органической химии, в частности. Ну, может быть, я ещё и помнил правило Марковникова и Брауновское правило “анти-Марковникова”, но реакцию Дарзана конечно же нет! Объяснение этому было очевидно – когда чем-то очень долго не занимаешься, все когда-то приобретённые знания и навыки забываются. После окончания Химфака КГУ я 26 лет занимался физической органической химией, а именно, установлением пространственного и электронного строения органических соединений в растворах методами дипольных моментов, эффекта Керра, релеевского рассеяния света, спектроскопии ЯМР ^1H , ИК-, УФ-спектроскопии, методами квантовой химии и молекулярной механики. Я многому научился за прошедшие годы, но зато все знания о синтетической органической химии, полученные на Химфаке, выветрились из моей головы за ненадобностью.

Чтобы подтвердить своё реноме (только об органической химии), я привожу обрезки из приложения к своему университетскому диплому. При этом подчеркну следующее. Поскольку во время моего обучения на кафедре органической химии её заведующим был мой папа, все экзамены, относящиеся к этой специальности, принимала у меня специально созданная комиссия в составе преподавателей кафедры и аспирантов, которые с удовольствием гоняли меня по сдаваемым курсам, как говорится, от и до.

И ещё одно яркое воспоминание о том, что в 1973 году я достаточно хорошо знал органическую химию вообще и методы органического синтеза в частности. Приёмные экзамены в аспирантуру к академику Б. А. Арбузову я сдавал на втором этаже ИОФХ им. А. Е. Арбузова в комнате располагавшегося тогда в ней партбюро. Когда я в порядке очереди зашёл в комнату вслед за вышедшим из неё грустным абитуриентом, председатель приёмной

Выписка из зачетной ведомости
(без диплома недействительна)

Катаев
(фамилия, имя, отчество)

Владимир Евгеньевич

за время пребывания в Казанском государственном университете имени В.И. Ульянова-Ленина с 1968 по 1973 год сдал _____ экзамены и зачеты по следующим дисциплинам специальности _____

химии

по специализации химия – органическая, химия

10. Органическая химия	<u>отлично</u>
16. Строение молекул	<u>отлично</u>
17. Химия высокомолекулярных соединений	<u>отлично</u>
21. Спецкурс <u>теорет. основ органич. химии</u>	<u>отлично</u>
22. Спецкурс <u>молекулярная спектроскопия</u>	<u>отлично</u>
23. Спецпрактикум	<u>зачтено</u>
25. <u>Радиоспектроскопия</u>	<u>зачтено</u>
26. <u>Дипольные моменты</u>	<u>зачтено</u>
27. <u>Квантовая органическая химия</u>	<u>отлично</u>
28. <u>Методы органического синтеза</u>	<u>отлично</u>
29. <u>Кинетика органических реакций</u>	<u>зачтено</u>

Приложение к университетскому диплому.

комиссии, профессор Эльвира Салиховна Батыева воскликнула: “Ну вот, и Володя Катаев, который наконец-то порадует нас знаниями органической химии!”. И я их всех действительно порадовал...

И вот за 26 лет эти знания, не будучи востребованными, напрочь испарились из моей головы. Нужно было немедленно восстановить своё статус-кво по состоянию на 1973 год. Я отложил в сторону диссертацию Вахида, уровню которой мои знания пока не соответствовали, более того, я отодвинул в сторону все лабораторные дела (благо к началу февраля все отчёты были уже написаны, а сама лаборатория, благодаря профессионализму руководителей групп – Асии Мустафиной, Алины Петровны Тимошевой, Галины Ивановны Ковыляевой – работала как хорошо отлаженный механизм) и вплотную занялся органической химией. По-моему, я даже сказался больным и неделю сидел дома, обложившись учебниками.

Раз уж зашёл разговор об учебниках, то для широко-го, но очень поверхностного знакомства с органической химией я всегда (понятно, что это “всегда” наступило после того, как я “восстановился” в органической химии) рекомендовал своим аспирантам, дипломникам и студентам двухтомник А. Н. Несмеянова и Н. А. Несмеянова “Начала органической химии”, а для более глубокого изучения рекомендовал четырёхтомник О. А. Реутова, А. Л. Курца, К. П. Бутина “Органическая химия” и книгу J.J.Li “Name Reactions” – самую популярную и доступную книгу (сейчас в Интернете доступны и более полные издания, типа, книга А. Hassner, C. Stumer “Organic Syntheses Based on Name Reactions” или книга В. Р. Mundy, M. G. Ellerd, F. G. Favaloro, Jr “Name Reactions and Reagents in Organic Synthesis”), в которой детально описаны механизмы и

синтетическое применение всех наиболее известных именных реакций в органической химии.

Понятное дело, что за пару-тройку недель изучить органическую химию невозможно. Но, во-первых, я её не изучал, а вспоминал, и, когда я листал страницы учебников и свои конспекты, то забытые знания постепенно в моей памяти реанимировались. В этой связи не могу не похвастаться своими конспектами лекций моего папы “Методы органического синтеза”. Эти две толстые общие тетради в синих обложках, разбухшие от моих многочисленных вклеенных дополнений к папиным лекциям, стоящие сейчас на почётном месте в моём кабинете, папа – внимание! – использовал в качестве конспектов для своих лекций, прочитанных им следующим за нами студенческим курсам. Когда я поступил в аспирантуру к Б. А. Арбузову и окончательно переехал с кафедры органической химии Химфака КГУ в лабораторию Б. А. Арбузова “Структура и реакционная способность органических соединений” ИОФХ им. А. Е. Арбузова, папа попросил отдать ему мои конспекты его лекций. Тогда я не придал этому никакого значения, но где-то через пару-тройку лет папа сказал: “Между прочим, у тебя оказались очень приличные конспекты моих лекций, и я их сейчас использую”. Это была самая высшая похвала моей работы. Во-вторых, я вспоминал, конечно же, не всю органическую химию, а только ту её очень и очень ограниченную область, имеющую непосредственное отношение к диссертации Вахида: конденсации Кляйзена, Кнёвенагеля, Фаворского, Перкина и другие реакции, протекающие через стабилизированные электроноакцепторными заместителями мезомерные карбанионы.

Через месяц напряжённой подготовки я почувствовал себя готовым рецензировать докторскую диссертацию Вахида...

Яркий след в памяти, прямо как специально снятый и сохранённый в голове видеоролик, оставил банкет в честь блестящей защиты Вахида Мамедова, который Евгений Александрович Бердников дал ему согласие провести в своей недостроенной даче на правом берегу Волги в районе Набережных Мокваши.

Пока распрощались с Яковом Абрамовичем Левиным, пока проводили на вокзал Валерия Николаевича Чарушина – выдвинулись на дачу уже ближе к вечеру. Ехали очень долго. Сначала 12 км от Казани по Горьковскому шоссе до только что построенной развязки у Залесного, затем повернули налево и по эстакаде и Займищенскому мосту через Волгу до Набережных Мокваши ещё 9 км, ну и ещё километра 2-3 протряслись по просёлку до самой дачи. Приехали очень поздно, практически ночью.

Прохладно, если не сказать холодно; огромная, ещё пахнущая строительным раствором комната, сколоченный на скорую руку стол из досок посередине комнаты и толпа народа вокруг него, жизнерадостные Вахид и Бердников, вбегающие в комнату с охапками шампуров, унизанных великолепно пахнущими шашлыками из баранины, кричащие что-то по-азербайджански; общее веселье, тосты, братание!

Но это всё лирика, не имеющая отношение к органической химии и сопровождающая любую защиту диссертации (правда, такой оригинальный банкет был единственным в моей жизни). Самое главное в описанной мной истории – это то, что благодаря докторской диссертации Вахида Мамедова я начал своё возвращение в органическую химию. И это очень мне пригодилось, так как моя жизнь, как-то вроде бы сама собой, развивалась дальше таким образом, что буквально через год или два я кардинально поменял свою научную специализацию и вплотную занялся синтезом производных природных соединений. А мой многолетний опыт работы в области изучения пространственного строения органических и элементоорганических соединений, стереохимии и конформационного анализа, приобретённый в годы работы в группе Верещагина, очень пригодился, когда моя группа занялась синтезом макроциклов с хиральными углеводными и терпеноидными фрагментами и уж, тем более, когда мы занялись молекулярным докинггом наших соединений на активных сайтах ферментов. Но это уже другая история...

Как я пришёл в химию природных соединений

Я несколько раз “приходил” в химию природных соединений. Нет, не так. Я несколько раз “заходил” в эту химию, а потом “выходил”. Первый раз я “зашёл” в неё во время своей дипломной работы, когда изъявил желание заняться измерением высоты малого плеча конформационного барьера методом ультразвуковой релаксации. В качестве объектов исследования мой руководитель профессор А. Н. Верещагин выдал мне природный бициклический монотерпен 3-карен и его синтетическое производное окись (эпоксид) 3-карена. В это время группа Александра Николаевича, в которую мне посчастливилось попасть благодаря моему папе, пыталась определить с помощью методов дипольных моментов и эффекта Керра пространственное строение терпеноидов, синтезируемых в лаборатории Химии природных соединений профессора Зои Григорьевны Исаевой. Интерес А. Н. Верещагина к этим соединениям был обусловлен весьма житейскими обстоятельствами. Лаборатория Структуры и реакционной способности органических соединений академика Б. А. Арбузова, в которой работал Александр Николаевич, и лаборатория Химии природных соединений З. Г. Исаевой располагались в одном крыле четвёртого этажа. Более того, кабинеты А. Н. Верещагина и З. Г. Исаевой были друг напротив друга. И Зоя Григорьевна весьма благосклонно относилась к молодому профессору, который вальяжно курил трубки и между делом развивал абсолютно новое для физико-химической науки СССР направление – электро- и магнитооптические методы изучения пространственного и электронного строения молекул в растворе.



Зав. лабораторией Химии природных соединений,
профессор Зоя Григорьевна Исаева

Возвратимся в начало 1973 года, когда я, студент пятого курса химфака КГУ, изучал в ИОФХ им. А. Е. Арбузова конформации окиси 3-карена методом ультразвуковой релаксации. Природа объектов исследования мне была, в принципе, безразлична – карен, так карен, окись, так окись, окись циклогексена, ну, хорошая модель, согласен. Вот и всё. Никакого пиетета к терпенам и терпеноидам. Фишка была в новом методе.

Мой второй “заход” в химию природных соединений был ещё более формальным. В 1983 году З. Г. Исаева неожиданно уволилась, а заведующим её лаборатории Природных соединений был назначен А. Н. Верещагин. Он “забрал” с собой всех мужчин своей группы, в том числе и меня, оставив в лаборатории Б. А. Арбузова только женщин и своего ближайшего помощника С. Г. Вульфсона. Что значит “забрал с собой”? Это была чистой воды фикция: юридически я стал сотрудником лаборатории Химии природных соединений, а фактически не имел к ней никакого отношения и продолжал заниматься своими исследованиями. С оставшимися в лаборатории сотрудниками З. Г. Исаевой, которые продолжали заниматься своими исследованиями, не обращая никакого внимания на смену руководства, я поддерживал исключительно дружеские отношения. За одним исключением. Этим исключением стал Виль Шайхутдинов, который однажды меня спросил: “Хочешь, научу хроматографии на стекле?” Я захотел и через пару-тройку практических занятий овладел этим видом препаративной хроматографии на вполне приличном уровне. По сути, это была увеличенная копия тонкослойной хроматографии, только вместо тонкой алюминиевой пластинки с нанесённым на неё слоем силикагеля, используется стеклянная пластинка. Мы с Вилем резали обыкновенное оконное стекло на полоски размером 10×20 см, на которые наносили 5 мм (на глазок, конечно!) слой сорбента (окиси алюминия). Весь фокус заключался в нанесении равномерного слоя по всей поверхности пластинки. В конце концов, я освоил и эту премудрость – толщина слоя на стеклянной пластинке выравнивалась мерным цилиндром на 200 мл. Мы готовили

несколько таких хроматографических стёкол, наносили на них (на линию старта) по паре миллилитров концентрированной реакционной смеси, высушивали и помещали в кювету с элюентом (предварительно подобранным тонкослойной хроматографией). Прелесть метода была в том, что после окончания хроматографии, высушивании и проявлении пятен разделённых веществ, можно было тонкой металлической линейкой (сейчас таких в продаже нет – только пластик) аккуратно, по очереди, отделять на пластинке слой от слоя, счищая каждый в отдельную ёмкость. Таким образом, мы с Вилем Шайхутдиновым разделили продукты метанолиза хлорокисей каранов, синтезированных в лаборатории З. Г. Исаевой. Для Вилия это была работа, которой он отчитался перед Зоей Григорьевной, а для меня это было освоение неизвестного мне и интересного метода разделения веществ, которым я никогда больше не пользовался. Вещества, которые мы синтезировали в те годы с Ирой Стробыкиной, Светой Валитовой (Судаковой), Олегом Бутенко, слава Тебе Господи, выделялись простой перекристаллизацией, а когда мы перешли к гликозидам растения *Stevia rebaudiana*, то использовали уже колоночную хроматографию различных видов. А вот продукты метанолиза хлорокисей каранов через 20 лет послужили причиной моего третьего захода, теперь уже не захода, а осознанного погружения в химию природных соединений.

В третий раз в химию природных соединений я уже не “зашёл”, а немного “погрузился”. Расскажу об этом “погружении” более подробно. На мой взгляд, оно того заслуживает. После того, как в 1993 году уехал на работу в США мой реальный учитель методов эффекта Керра, дипольных моментов, релеевского рассеяния света, мой друг Сергей Григорьевич Вульфсон, возглавляемая им лаборатория Структуры комплексных соединений и лигандов (далее – лаборатория СКСЛ), которая благодаря А. И. Коновалову – директору нашего Института в те годы – досталась мне, как бы по наследству, представляла собой эклектическую смесь физикохимиков (научные группы А. П. Тимошевой и А. Р. Мустафиной) и синтетиков, специализирующихся на химии терпенов. Это были Галина Ивановна Ковыляева, Галина Азиковна Бакалейник и Ирина Юрьевна Стробыкина. Настоящими химиками-природниками были Галя Бакалейник и Галя Ковыляева – они работали с терпенами ещё при З. Г. Исаевой и обучили этим тонкостям Иру Стробыкину, которая в процессе реализации институтского проекта “Стевия” также прекрасно освоила самое главное в химии природных соединений – методики выделения целевых веществ из растительного сырья (о проекте “Стевия”, в ходе реализации которого в ИОФХ им. А. Е. Арбузова была создана уникальная технология производства безкалорийного заменителя сахара стевиозида, написано в другой главе). По опыту работы с терпенами и стажу работы в лаборатории З. Г. Исаевой руководить этой маленькой научной группой должна была бы Галя Бакалейник – она, будучи студенткой Химфака КГУ, пришла к Зое Григорьевне для выполнения дипломной работы в

ноябре 1964 года, и, защитив её, проработала в лаборатории З. Г. Исаевой ещё 25 лет. А Галя Ковыляева пришла в лабораторию Химии природных соединений только в 1985 году. Но зато она пришла к нам уже кандидатом химических наук, защитив в 1973 году диссертацию на тему “Асимметрии переходного состояния в реакции диенового синтеза циклопентадиена с диенофилами акрилового, метакрилового и транс-кетонового рядов”, выполненную на Химфаке КГУ под руководством профессора Бориса Николаевича Соломонова и занимаясь на Химфаке тем же диеновым синтезом ещё более десяти лет. Поэтому она числилась у нас руководителем природной группы. Но Галя Бакалейник уступать ей первенство, конечно же, не хотела. И хотя они были подругами и представляли собой замечательную пару синтетиков, влюблённых в химию природных соединений вообще, и химию терпенов в частности, а может быть и благодаря этому, они постоянно спорили, что и как надо делать. Но в этой главе я вспоминаю только Галину Азиковну Бакалейник и совершенно по другому поводу. Я уже писал, что наша лаборатория Структуры и реакционной способности органических соединений Б. А. Арбузова и лаборатория Химии природных соединений З. Г. Исаевой находились ДРУГ НАПРОТИВ ДРУГА в коридоре четвёртого этажа правого крыла нашего Института, и, конечно же, мы все были прекрасно знакомы. У Александра Николаевича Верещагина и Гали Бакалейник (именно так – он по имени-отчеству, поскольку был уже научной знаменитостью, а она, молоденькая мэнэс без учёной степени, только по имени) были очень трогательные отношения, о которых она как-то рассказала мне где-то лет через 15 после его смерти. Галина Азиковна его боготворила, а он, видя в ней благодарную и восхищённую слушательницу, называл её Галочкой, а иногда даже посвящал её в свои самые сокровенные мысли. И вот однажды, во время какого-то лабораторного банкета, Галина Азиковна одну из таких мыслей, как сейчас говорят, мне озвучила: “Вот уж какой Александр Николаевич был умницей, но однажды он мне сказал, – Галочка, вот меня назначили заведующим лабораторией Природных соединений, а ведь я никогда в них не разберусь и не пойму, что это такое”. Участники, как это сейчас говорят, мероприятия, не обратили внимания на эти слова – как обычно, в разгар застолья, все говорили одновременно, громко, слушая только себя. А мне это неосторожно проговоренное Галей в минуту душевной слабости воспоминание о словах Верещагина запомнилось...

В 1998 году исполнялось 60 лет со дня рождения А. Н. Верещагина и А. И. Коновалов за год до этого события договорился с редакцией Журнала общей химии, что весь ноябрьский номер 1998 года будет посвящён памяти Александра Николаевича (А. Н. Верещагин родился 10 ноября 1938 года). Казанские, да и не только казанские, физикохимики стали готовить материал для статей в этот номер. Как раз в этот момент, во время очередного лабораторного банкета Галя Бакалейник озвучила ещё одну сокровенную мысль: “Через год будем отмечать

60-летие Александра Николаевича, будут торжественные речи и доклады, будут статьи в Журнале общей химии, посвящённые его памяти, а вот я помню, как Александр Николаевич переживал, что не смог открыть причину разного поведения изомерных хлорэпоксикаранов при метанолизе”. И вот тут я, находясь, не скрою, в состоянии средней степени опьянения, заявил: “Есть такие люди, которые раскроют вашу великую тайну!”. Это была прямо-таки калька выкрика Ленина в июне 1917 года во время заседания Первого Всероссийского съезда Советов. В ответ на заявление с трибуны меньшевика И. Г. Церетелли “Нет такой партии, которая сейчас могла бы взять власть в свои руки”, Ленин крикнул: “Есть такая партия! Это партия большевиков”. В 1917 году, вскоре после этого заявления Владимира Ильича, последовал Октябрьский переворот, названный впоследствии Великой Октябрьской Социалистической Революцией. А в 1997 году, наутро после своего ответа Гале Бакалейник “есть такие люди!”, я пошёл в библиотеку и стал изучать статьи З. Г. Исаевой и её сотрудников о превращениях эпоксикаранов, а также статьи А. Н. Верещагина и его сотрудников об исследовании пространственного строения участников этих процессов методами дипольных моментов и эффекта Керра. Проанализировав выводы синтетиков и физикохимиков, я уговорил Сашу Чернова – только что пришедшего в лабораторию Спектроскопии ЯМР нашего Института молодого, талантливого физика, и Адилю Нафикову – известнейшего в Казани спектральщика, ученицу самого Юнуса Юнусовича Самитова, выполнить ряд экспериментов, чтобы раскрыть эту великую тайну, которую не смогли раскрыть дипольные моменты и эффект Керра. В качестве поддержки я гарантировал им результаты квантово-химических расчётов энергий и молекулярных структур всех возможных конформеров всех реальных и нереальных участников процесса раскрытия эпоксидного кольца изомерных окисей хлоркарбанов. И вот именно в этот момент, надо же, как чудесно легли карты (!),годились те образцы продуктов раскрытия хлорэпоксикаранов, которые Виль Шайхутдинов выделил, обучая меня препаративной хроматографии на стекле, и подарил мне на память! Саша Чернов и Адиля Нафикова досконально изучили их спектры ^1H ЯМР, мы с Зулей Бажановой просчитали геометрию и энергии всех вероятных и невероятных конформаций (их оказалось более десятка) участников изучаемого процесса, и “великая тайна” была раскрыта. Процесс раскрытия тайны я изложил в 15-ти страничной статье “Пространственное строение и реакционная способность изомерных 4-хлор-3,10-эпоксикаранов”, которая была опубликована в юбилейном номере Журнала общей химии и посвящена памяти А. Н. Верещагина. Ну и в чём же заключалась тайна? Если резюмировать очень кратко, то различное течение реакции метанолиза 4 α -хлор- и 4 β -хлорэпоксикаранов было обусловлено структурными особенностями реализующейся для них конформации софа C-1, а сама реакция проходила в условиях термодинамического контроля. “Так себе тайна”, – думаю я

Журнал общей химии. 1998. Т. 68. Вып. 11

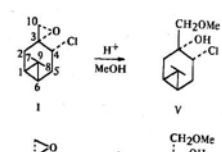
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ
ИЗОМЕРНЫХ 4-ХЛОР-3,10-ЭПОКСИКАРАНОВ© А. Н. Чернов, В. Е. Катаев, А. А. Нафикова,
З. Г. Бакаева, А. В. Ильсов,
Г. А. Бакалейник, Г. И. Ковалева

УДК 547.597+543.422.25+541

Для 4а-хлор-3а,10а-, 4а-хлор-3β,10β-, 4β-хлор-3а,10а- и 4β-хлор-3β,10β-эпоксикаранов в $CDCl_3$ реализуется конформация софы. Предложено объяснение региоселективного протекания их метанолиза в условиях кислотного катализа.

Ранее было показано, что 4а-хлор- и 4β-хлор-изомеры 3,10-эпоксикаранов ведут себя по-разному в реакциях раскрытия эпиксидного кольца в условиях кислотно-катализируемого метанолиза [1,2]. Данная работа посвящена установлению пространственного строения изомерных 4а-хлор-3а,10а-эпоксикарана (I), 4а-хлор-3β,10β-эпоксикарана (II), 4β-хлор-3а,10а-эпоксикарана (III) и 4β-хлор-3β,10β-эпоксикарана (IV) с целью выявления возможных причин, обуславливающих различие их региоселективной реакционной способности.

объясняется атакой молекулы метанола по атому C^3 последующим разрывом связей C^3-C^4



Моя первая статья о природных соединениях.

сейчас, перелистывая этот номер журнала. Но я горжусь этой статьёй. Во-первых, это было моё первое серьёзное исследование в области химии природных соединений, а, во-вторых, и это самое главное, Галя Бакалейник была настолько восхищена этой статьёй, поражена моими способностями и знанием химии каранов, что включила меня в известный только ей виртуальный список уважаемых людей, химиков в том числе.

Моё четвёртое, более глубокое, “погружение” в химию бициклических монотерпенов произошло в 2003 году. Приближался 2004 год, год 200-летия Казанского государственного университета, и А. И. Коновалов задумал к этому юбилею выпустить книгу “Б. А. Арбузов – учёный, педагог”, в трёх больших главах которой была бы раскрыта многогранность таланта Бориса Александровича, проявившаяся в его работах по химии монотерпенов, химии фосфорорганических соединений, а также в работах по изучению пространственного и электронного строения органических и элементоорганических соединений. В книгу планировалось включить также воспоминания о Б. А. Арбузове его соратников и учеников. Для каждой главы А. И. Коновалов подобрал автора. Про работы Бориса Александровича с фосфорорганическими соединениями он попросил написать Андрея Оскаровича Визеля, про исследования пространственной и электронной структуры молекул – Алину Петровну Тимошеву. А для главы, посвящённой работам Б. А. Арбузова в области химии монотерпенов, Александр Иванович выбрал В. Ф. Миροнова, известного фосфорорганика, которого он пригласил в наш Институт, чтобы возглавить вместо Е. Н. Офицера, с которым у него что-то не сложилось, исследования по извлечению пектинов из растения Амарант багряный (*Amaranthus cruentus*). Володя Мионов с удовольствием вник в незнакомую для него химию природных соединений, содержащихся в Амаранте, и буквально через пару-тройку лет дела под его руководством пошли настолько хорошо, что появились не только научные статьи, но и патенты, за правом приобрести которые выстроилась очередь предпринимателей – небывалый случай для так называемой фундаментальной химии! В общем, Александр

Иванович был очень доволен Мионовым. Поэтому и поручил ему написать главу о работах Б. А. Арбузова в области химии бициклических монотерпенов. Я об этом узнал от Али Тимошевой, которая, влетев в мой кабинет, с возмущением воскликнула:

– Катаев, ты что, не знаешь, что Коновалов поручил Мионову написать главу про работы Б. А. Арбузова в области химии монотерпенов?

– Ну, теперь узнал от тебя и что такого? – равнодушно отреагировал я, занятый в это время написанием совместного проекта с Национальным советом по научным исследованиям (CNR) Италии про синтез конъюгатов дитерпеноида изостевиола с каликсаренами.

– Вова, ты что дурак окончательный?! – уже чуть ли не кричала на меня Аля. – У тебя из-под носа уводят не просто научный сюжет для публикации в престижной монографии, у тебя из-под носа уводят ПОЛИТИЧЕСКИ важный для тебя сюжет! Ты – заведующий лабораторией Природных соединений или кто?!

– Ну, я, – вяло ответил я, тщательно вычитывая английский текст проекта, который должен был как можно скорее отправить на согласование своему итальянскому партнёру профессору Рокко Унгаро. – Я заведующий лабораторией Химии природных соединений. И что? Книга, названная тобой “престижной и политической монографией”, будет издана очень ограниченным тиражом и будет юбилейным подарком гостям, пришедшим и приехавшим на празднование 200-летия КГУ. Гости из любопытства, конечно же, её пролистают, прочитают введение и, может быть, какие-то части из тех глав, которые их заинтересуют. И не более того! Эта книга, даже главы из этой книги, НИКОГДА и НИКЕМ не будут цитироваться. Ну, и ради чего я должен тратить своё драгоценное время, которое потребуется на то, чтобы разобраться во всей той канители с монотерпенами, которую “натворили” Б. А. Арбузов и З. Г. Исаева?

Поясню насчёт “натворили”. В 1997 году, когда я копнул лишь малюсенький пласт этой химии – всего лишь метанолиз хлорокисей каранов, мне стало очевидно, насколько вся эта химия не сложна, нет, она представляет собой форменную путаницу протекающих одновременно реакций и кучу продуктов разнообразного строения. И ради каких-то там мнимых “политических предпочтений” я должен разбираться во всей этой мешанине?! Я так и ответил Але – и насчёт предпочтений, и насчёт мешанины:

– Вот и слава Богу, что Коновалов поручил написание этой главы Мионову. Я просто счастлив, пусть пишет. А я займусь своими делами, – и цинично отвернулся к компьютеру.

Никогда от Алины Петровны Тимошевой, которая является моей научной мамой (когда в 1973 году я пришёл в группу А. Н. Верещагина на дипломную работу, ИМЕННО ОНА взяла меня под свою опеку – познакомила с коллективом, показала моё рабочее место, да много, что она мне показала и чему она меня научила), я не слышал таких резких выражений в свой адрес перед тем, когда она, хлопнув дверью, покинула мой кабинет (если

кабинетом можно было назвать однокомнатную комнату № 244, заставленную шкафами и диваном, в которой я тогда обитал).

Как вы думаете, чем закончилась эта история? Правильно. Алина Петровна добились-таки своего. Что она высказала А. И. Коновалову мне неизвестно, но Александр Иванович предложил написать эту главу мне, а я согласился. И потратил на эту главу несколько месяцев своей жизни, отодвинув в сторону все свои текущие дела. Прежде всего, я обратился за помощью к Галине Азиковне Бакалейник. Именно она собрала для меня все публикации Б. А. Арбузова по терпенам с конца 1920-х годов до 1949 года, когда Борис Александрович сам стоял под тягой, и публикации с 1949-го до примерно середины 1980-х годов – тот период, когда постепенно руководство исследованиями терпенов в Казани стало переходить в руки его ученицы З. Г. Исаевой. Зоя Григорьевна Исаева занимает особое место в плеяде многочисленных учеников академика Б. А. Арбузова. Именно ей, 23-летней выпускнице Химического факультета Казанского университета, он предложил в 1944 году (если кто забыл – ещё шли кровопролитные бои Великой Отечественной войны!) продолжить в рамках кандидатской диссертации изучение реакций окиси 3-карена – любимой темы, начатой им в середине 1930-х годов. Молодая аспирантка справилась с поставленной задачей. Диссертация была защищена в 1948 году, а в 1949 году была опубликована их первая совместная статья, посвящённая раскрытию кольца окиси 3-карена. Этой работой были начаты глубокие исследования химии карановых производных, получившие развитие во многих лабораториях мира. Кроме того, я попросил Галину Азиковну как можно подробнее рассказать про сотрудников З. Г. Исаевой – кто чем конкретно занимался, кто что конкретно синтезировал. После этого я стал разбираться в публикациях. Материал был архиюгомен, причём его изложение в статьях повторяло ход мыслей Арбузова и Исаевой, а этот ход был далеко не прямолинеен: очень часто их мысль возвращалась назад, чтобы что-то переосмыслить на основании новых результатов, или развить давно высказанную идею. Работу затрудняло и то, что за 25 лет Зоя Григорьевна не написала ни одного обобщающего обзора огромного пласта полученных ею данных. Подозреваю, что она обобщала свои результаты в пленарных докладах, с которыми выступала на конференциях, чаще всего в Ташкенте (Узбекистан – родина химии природных соединений в СССР), но их содержание, даже в виде тезисов мне не известно. Получалось, что мне предстояло написать ПЕРВЫЙ обзор ВСЕХ работ З. Г. Исаевой.

Зоя Григорьевна Исаева и моя мама Людмила Михайловна Катаева (Гужавина) были подругами не разлей вода. Вообще, их было четыре 20-летних девчонки, которые в 1944 году окончили аспирантуру Химфака КГУ и были приглашены Б. А. Арбузовым в Бутлеровский институт: Зоя Григорьевна Исаева, Людмила Михайловна Гужавина (Катаева), Ляля Киямовна Юлдашева и Валентина Степановна Виноградова. Годы, проведённые в Бутлеровском

институте, подруги всегда вспоминали очень тепло. Они с энтузиазмом работали с утра до вечера, а в обед устраивали “пиршества” – варили картошку, ели её с селёдкой и лучком. Иногда для этого они предварительно пилили дрова, Б. А. Арбузов их колол, а А. Е. Арбузов растапливал печку. Когда в 1959 году наша семья Катаевых, папа – Евгений Геннадьевич, мама – Людмила Михайловна, я и мой только что родившийся братик Владислав переехали в квартиру на втором этаже, который (этаж!) был специально надстроен над одноэтажным домом на углу площади Свободы по распоряжению ректора КГУ М. Т. Нужина для преподавателей Химфака А. Н. Пудовика и Е. Г. Катаева, все мамы подруги вместе с их мужьями стали постоянными гостями моих родителей в нашей новенькой квартире. В ту пору я был уже совершенно взрослый, мне было далеко за 10 лет (примерно лет 11–14), и я всё прекрасно помню. За праздничным столом собирались друзья семьи – З. Г. Исаева, Л. В. Нестеров, Л. К. Юлдашева с мужем, В. С. Виноградова с мужем. Ели пельмени, пили массандровские вина, привезённые ими же из Крыма, и домашние наливки, приготовленные З. Г. Исаевой, много смеялись, рассказывали о своих научных делах, делились кафедральными и институтскими новостями. Самым любимым развлечением была очень популярная в до- и послевоенные годы игра в шарады. Гости делились на группы, и каждая группа загадывала слово, желательно длинное. Затем слово делилось на составные части, и каждую часть слова участники игры (одна команда) изображали в лицах, с переодеваниями, всякими театрализованными выкрутасами, а другая команда должна была угадать задуманное слово. Потом менялись местами. Веселились до упаду, засиживались за полночь. Танцев не было никогда, наверно потому, что размеры квартиры не позволяли. Мы с Владиком были непременно участниками этих шарад: нас использовали обе противоборствующие команды. Теперь представьте, что после очередной шарады, когда запыхавшиеся и возбуждённые участники уселись за стол, мой папа, он был непревзойдённый тамада, произнёс тост, все выпили, закусили, чем, как говорится, Бог послал (я помню только великолепные пельмени, которые лепили мама и моя любимая бабушка, Мария Станиславовна, и замечательные пирожки), мама сказала бы: “Зоя, а вот представь себе, что Володя, – тут она для уточнения, хотя среди присутствующих других Володи никогда не было, сделала бы жест в мою сторону (показывать на людей пальцем считалось верхом неприличия), а я сидел за столом такой серьёзный, в очках, когда вырастет и станет химиком (папа с мамой никогда в этом не сомневались), то напишет критический обзор о твоих работах”. Я прекрасно помню Зою Григорьевну. Она выглядела как сухая и педантичная английская леди. Стройная, подтянутая фигура, высокий лоб, острый подбородок, острый нос, аккуратно завитые светлые волосы, очки без оправы, строгая, тёмных тонов блузка с обязательным кулоном. Я не помню, чтобы она смеялась, хотя юмор понимала и сама любила пошутить. Причём шутила она

в лучших традициях известных советских сатириков – с непроницаемо серьёзным лицом. Я легко могу вообразить реакцию З. Г. Исаевой на слова моей мамы о том, что, я, когда вырасту, напишу критический обзор её работ. Зоя Григорьевна, не отрываясь от пельменей или пирожков, даже не взглянув на свою подругу, пренебрежительно бы фыркнула (такое фыркание она частенько использовала для выражения своих отрицательных эмоций по какому-либо поводу, причём фыркание у неё получалось очень артистично), не выразив ни каким другим образом своего отношения к такой дичайшей ситуации, что Володя Катаев когда-нибудь будет рецензировать её работы. Бред, да и только. Но это случилось. Я этот критический обзор написал, и он был опубликован в книге “Б. А. Арбузов – учёный, педагог”.

Сначала я внимательно прочитал все статьи З. Г. Исаевой, рассортировав полученные результаты не по хронологии, а по логике исследований тех или иных превращений каренов. Таким образом мне удалось, и мне кажется, что удалось впервые в мире, рассортировать перегруппировки в карановом ряду, открытые Зоей Григорьевной и её сотрудниками. Их оказалось пять, перечисляю: (1) Карен-ментадиеновая перегруппировка с участием двойной связи и циклопропанового кольца; (2) Карановая перегруппировка с сокращением шестичленного цикла; (3) Карановая перегруппировка с трансаннулярным циклопропильным участием; (4) Псевдопинаколиновые перегруппировки в карановом ряду; (5) Перегруппировка α -3,4-эпокси-каранона-5 с сокращением шестичленного цикла. После того, как мне удалось систематизировать огромный описательный материал со схемами химических превращений, в котором фигурировали десятки самых неожиданных структур и схемы самых неожиданных превращений, я, конечно же, стал внимательно читать экспериментальные части статей З. Г. Исаевой. Меня восхитила скрупулёзность в установлении структуры синтезируемых соединений. Если сейчас мы (наша группа) для этой цели используем, как правило, только два метода – масс-спектрометрию и спектроскопию ЯМР на ядрах ^1H и ^{13}C , в редких случаях прибегая к ИК спектроскопии, то в 1950-х–1960-х годах инфракрасная и рамановская спектроскопии были ключевыми методами для определения структуры соединений в растворе; ИК спектры и спектры КРС анализировались тщательнейшим образом. Тщательно изучались показатели преломления, углы вращения плоскости поляризации, температуры кипения и плавления и, конечно же, данные элементного анализа. Практически в каждой статье Зои Григорьевны для доказательства строения полученного продукта проводился встречный синтез соединения с предполагаемой структурой. С помощью перечисленных методов виртуозно доказывалась структура образующихся соединений, а далее – направление того или иного пути их превращения. Это был высший класс органического синтеза! Но апофеозом в экспериментах Б. А. Арбузова и З. Г. Исаевой был метод ядерного магнитного резонанса. Да, да, да! При Хрущёве, в 1958 году, когда по всей

стране там, где надо, а чаще всего, там, где не надо, сажали кукурузу, а студенты КГУ ездили “подымать целину”, то есть вспахивать засушливые казахстанские земли, где с трудом вспаханные борозды очень скоро ветер заносил песком, наука в КГУ стремительно развивалась! Б. А. Арбузов пригласил в созданную им на кафедре органической химии Химфака КГУ проблемную лабораторию Изучения структуры органических соединений (знаменитая ПЛИСОС) Юсуфа Юнусовича Самитова – молодого талантливый физика, только что защитившего кандидатскую диссертацию, и попросил его сконструировать установку для измерения эффекта ЯМР. В те годы, да и не только в те, а и гораздо ближе к нашему времени, примерно, до конца 1980-х годов, заграничная научная литература советским учёным была НЕДОСТУПНА В ПРИНЦИПЕ. Максимум, что институты АН СССР получали тогда ЗАГРАНИЧНОГО, по крайней мере, наш Институт, – это был реферативный журнал Chemical Abstracts. Ну и конечно же, мы регулярно получали советский реферативный журнал РЖ Химия. В этих реферативных журналах я внимательно прочитывал рефераты статей недоступных нам журналов по той специальности, в которой я тогда работал (об этом в другой главе), я только облизывался, читая насколько вперёд по сравнению с нами уходит и уже ушла западная наука. Понятно, что в рефератах статей подробной информации о содеянном никогда не содержится. Даже сейчас, в 2019 году, когда рефераты (abstracts) западных статей достаточно объёмны и даже иллюстрированы (!) схемами и рисунками, всё равно, подробной информации о синтезе нужных тебе соединений в этих рефератах нет. Как же в те далёкие годы, когда полные тексты статей советским учёным были совершенно недоступны, когда оставалось ещё долгих 35 лет до создания Александрой Элбакян своего знаменитого ресурса Sci-Hub, открывшего ВСЕМ учёным доступ к мировой сокровищнице знаний в виде полных текстов научных публикаций, я всё-таки читал эти статьи? Решение, как добыть полные тексты зарубежных статей, было найдено Сашей Бредихиным в середине 1980-х, когда с объявлением Горбачёвым “перестройки, нового мышления и гласности” в стране наступило послабление режима. Было, например, разрешено частное предпринимательство: стали создаваться различные кооперативы, как что-то производящие, так и что-то перепродающие. То, что при советской власти называлось спекуляцией, за которую судили и отправляли в тюрьму или на зону, стало называться бизнесом. Но то, что было важно для советских учёных – это ПРИОТКРЫЛАСЬ ВОЗМОЖНОСТЬ КОНТАКТА С ЗАПАДНЫМИ КОЛЛЕГАМИ. Не то, чтобы об этом было объявлено в газетах, а просто КГБ перестал обращать внимание на переписку с заграницей. И Саша Бредихин придумал блестящий и ранее абсолютно невозможный способ получения научных статей из недоступных нам зарубежных журналов, которым воспользовался и я. Найдя в РЖ Химия реферат заинтересовавшей нас статьи, мы узнавали из реферата имя автора статьи для переписки,

его адрес и отправляли ему обыкновенную почтовую открытку: “Уважаемый профессор, я был бы очень вам признателен, если бы вы прислали мне копию вашей такой-то статьи в таком-то журнале”. И вы знаете, наши открытки доходили до адресатов, и они доброжелательно откликались на наши просьбы, и мы стали получать по десятку конвертов в месяц с оттисками недоступных в СССР научных статей! Причём практически бесплатно! Потому, что стоимость марок на почтовую открытку, отправляемую в Европу или даже в США, была в те времена небольшая. А вот до середины 1980-х годов, когда режим был в полном порядке и КГБ работал, как хорошо отлаженный механизм, за такие фокусы с запросом оттисков научных статей по переписке рядовой советский учёный, которому в голову пришла бы такая дикая фантазия, мог легко получить срок. Но Б. А. Арбузов в далёкие 1950-е годы не был рядовым советским учёным, он был академиком и лауреатом (внимание!) Сталинской премии (1951 г.), а также кавалером двух орденов Трудового Красного Знамени (1944 и 1945 годов награждения). Поэтому у него были неслыханные по тем времена привилегии. Он мог переписываться с зарубежными учёными, и он мог подписываться на иностранные научные издания. Естественно за свои деньги. Зарабатывал Б. А. Арбузов прилично, но деньгами не разбрасывался. Поэтому в конце 1950-х годов он купил только два журнала Американского химического общества, в которых ВПЕРВЫЕ В МИРЕ описывались первые спектры ^1H ЯМР простейших органических соединений. Когда в 1960 году Ю. Ю. Самитов создал ПЕРВЫЙ В СССР спектрометр ЯМР с рабочей частотой – внимание! – 24 МГц, который он назвал “ЯМР-КГУ-1”, первое, что он с Б. А. Арбузовым сделал – это стал изучать на своём уникальном приборе окиси карена, и химические сдвиги протонов этих соединений он приписывал на основании данных из американских журналов, специально купленных Борисом Александровичем за немалые, даже по тем временам, собственные деньги. Вот таким образом, в статьях Б. А. Арбузова и З. Г. Исаевой, опубликованных в 1960-х годах, в качестве одного из доказательств строения полученных соединений фигурировали значения химических сдвигов некоторых ключевых протонов. Это был ПРОРЫВ в советской науке! Впервые в СССР на САМОДЕЛЬНОМ приборе метод спектроскопии ЯМР был использован для установления структуры органических соединений! Когда Ю. Ю. Самитов преподавал нам на четвёртом курсе теорию ЯМР, он показывал нам эти спектры. Тогда они не произвели на меня никакого впечатления – бугры какие-то, ну и что? А сейчас, припоминая эти очень-очень уширенные синглеты, я поражаюсь, какую надо было иметь фантазию (варианты – смелость, наглость), чтобы приписать их определённым ядрам. Сделано это было, безусловно, с оглядкой на данные других методов и выглядело очень убедительно (по тем временам).

В результате у меня получилась 32-страничная глава “Исследования Б. А. Арбузова в области изомеризации

и стереохимии бициклических монотерпенов” в книге “Б. А. Арбузов – учёный и педагог”. Какое-то время я гордился этой главой. Во-первых, кроме неё, в книге было ещё только два научных обзора: “Химия фосфорорганических соединений в научном творчестве академика Б. А. Арбузова”, который написал А. О. Визель, и “Исследование пространственного и электронного строения органических и элементоорганических соединений в работах Б. А. Арбузова”, который написала А. П. Тимошева. Остальное место в книге занимали интереснейшие воспоминания о Борисе Александровиче его многочисленных учеников, коллег, сотрудников и друзей. Аля Тимошева оказалась действительно права – было очень почётно очутиться среди авторов этой “престижной и политической монографии”, которую вручали всем уважаемым людям, пришедшим и приехавшим на празднование 200-летия Казанского университета. Во-вторых, в моей главе впервые обобщались все работы Б. А. Арбузова и З. Г. Исаевой в области терпенов, и я надеялся, что, по крайней мере, известные учёные, в первую очередь, химики занимающиеся природными соединениями, обратят внимание на мой труд. Я жестоко ошибался. И понял это, когда через год или два после описываемых событий, к нам в Институт приехала очередная комплексная проверка Отделения общей и технической химии РАН и проверять мою лабораторию Химии природных соединений пришёл директор Уфимского института химии академик Марат Сабирович Юнусов. После того, как я отчитался, что называется, по полной программе, то спросил, читал ли он мой обзор работ Б. А. Арбузова в книге, посвящённой 200-летию Казанского университета. “Какой обзор, в какой книге?” – искренне удивился Марат Сабирович. Но когда я предъявил свой авторский экземпляр, он тут же вспомнил: “Да, да! У меня есть эта монография. В ней очень интересные воспоминания о Борисе Александровиче. А ваш обзор? Прошу прощения, не обратил внимания, но обязательно прочту!”. Вот и всё! Я оказался абсолютно прав, говоря год назад Але Тимошевой, что подготовка данного обзора будет для меня впустую израсходованным временем, которого я действительно потратил пару-тройку месяцев, это уж точно. Мой обзор на заметил даже знающий мою фамилию М. С. Юнусов! Что уж там говорить о других светилах, не знающих о моём существовании... С робкой целью получить хоть какое-то признание своих трудов, я обратился в журнал “Успехи химии”, как раз публикующий обзоры различных синтетических работ, в первую очередь, российских химиков. И получил вполне мотивированный отказ: “Журнал публикует обзоры только современных исследований”. Ещё более обидным было то, что в современных многочисленных статьях по химии и биологической активности соединений каранового, пинанового и камфанового рядов я ни разу не встретил ссылки на работы Зои Григорьевны. Их отсутствие в англоязычной литературе казалось мне объяснимым: советские научные журналы на английский до 2000 года не переводились. Но отсутствие ссылок на З. Г. Исаеву в РУССКОЯЗЫЧНЫХ ИЗДАНИЯХ непонятно и обидно.

Когда эту главу прочитал мой друг профессор Сергей Вульфсон, уехавший в начале 1990-х работать в США, в фармацевтическую фирму “Монсанта” (теперь она называется “Байер”), то рассказал мне удивительные вещи! Оказывается, Американское химическое общество (ACS) ВСЕГДА переводило ВСЕ статьи, публикуемые в ведущих советских химических журналах на английский язык, и издавало английские версии этих журналов! По крайней мере, Сергей обнаружил в библиотеке фирмы свои статьи, опубликованные в 1960-х годах, которые были переведены на английский! Ещё более удивительно, что, оказывается, Американское химическое общество ВСЕГДА ВЫПЛАЧИВАЛО СОВЕТСКИМ АВТОРАМ СТАТЕЙ ГОНОРАРЫ! Гонорары регулярно переводились в СССР на специальный счёт, открытый Всесоюзным агентством по авторским правам (ВААП), – внимание! – В ДОЛЛАРАХ. И куда же попадали эти немаленькие денежки? Правильно! В лучшем случае – в бюджет государства. В худшем – в карманы чиновников. Однако в конце 1980-х в ACS сообразили, что гонорары получают не авторы, а не поймёшь кто, и стали выплачивать их непосредственно авторам. Понятное дело, что только тем, кто обратится с соответствующим заявлением в ACS. Об этой, можно сказать, благотворительной акции

чиновники ACS чистоплотно сообщили в качестве рекламы, естественно, по-английски в нескольких своих научных журналах, которые учёным СССР были недоступны. Сергей был одним из немногих счастливчиков, сумевших узнать об этой халяве – получить доллары за свою научную работу! От себя добавлю, что с начала 2000-х издательство МАИК “Наука-Интерпериодика” (если я ничего не путаю) стало выплачивать гонорары (в том числе и мне) за статьи, опубликованные в русских журналах “Журнал общей химии” и “Журнал органической химии” (в других журналах я тогда не публиковался), переводимых и издаваемых издательством “Springer-Verlag” как Russ. J. Gen. Chem. и Russ. J. Org. Chem., которые регистрируются международными базами данных Web of Science и Scopus.

Моё окончательное погружение в химию природных соединений произошло вместе с освоением нами (сначала “природной” группой Галины Ивановны Ковыляевой в составе моей лаборатории СКСЛ, потом моей лабораторией Химии природных соединений, и, после её ликвидации, моей группой в составе лаборатории В. Ф. Миронова Фосфорорганические аналоги природных соединений) химии гликозидов растения *Stevia rebaudiana* и дитерпеноидов стевиола и изостевиола. Но об этом в другой главе.



Мы продолжаем печатать наш традиционный раздел Personalia, посвящённый тем людям Института Арбузова, которые своими научными достижениями, общественной активностью, гражданской позицией, преданностью и любовью к науке сделали Институт таким, каков он есть сегодня.

Существуют две причины, по которым Редакционная коллегия помещает в Ежегодник материал о том или ином сотруднике.

К 90-летию академика РАН Александра Ивановича Коновалова

Выдающегося российского учёного, главу Казанской химической школы конца XX – начала XXI века вспоминали в день его рождения – 30 января 2024 года. В большом конференц-зале ИОФХ им. А. Е. Арбузова состоялся научный семинар “Физическая и супрамолекулярная химия, кристаллохимия и спектроскопия”, на котором с докладом на тему: “К 90-летию академика РАН Александра Ивановича Коновалова” выступил ученик юбиляра – член-корреспондент РАН Игорь Сергеевич Антипин.

Игорь Сергеевич Антипин, сам маститый учёный, представил вниманию аудитории презентацию о научной и научно-организационной деятельности своего выдающегося Учителя.

О маме и бабушке – главных источниках душевной теплоты детства будущего академика, о его студенческой жизни и любимой жене, о детях и внуках, о деятельности на посту ректора Казанского государственного университета и строительстве КСК “УНИКС”, об общественно-политической деятельности большого российского учёного – от народного депутата СССР до участника Межрегиональной депутатской группы, оказавшей большое влияние на развитие демократического движения России, и, наконец, о деятельности в Российской академии наук рассказал И. С. Антипин.

Первая причина – торжественная – юбилей. Установилась традиция, что это не менее чем 50-летие для члена РАН и 75-летие для любого другого сотрудника, независимо от того, работает он или ушёл на заслуженный отдых.

Вторая причина – предельно печальная – в случае его ухода из жизни в данном году (“Памяти...”).



Александр Иванович Коновалов
(30.01.1934–04.05.2021)

А. И. Коновалов – директор ИОФХ им. А. Е. Арбузова в такие “сложные” 90-е – с 1990 по 2001 гг., Председатель научного Совета РАН по органической и элемен-

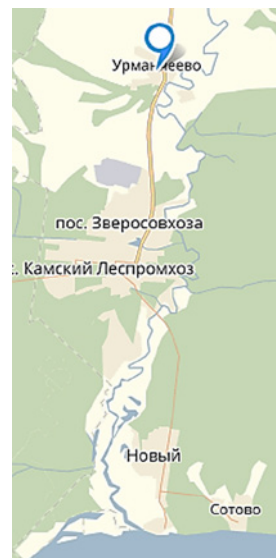
А. И. Коновалов родился 30 января 1934 года в г. Казани



Мать Янаева Валентина Николаевна и бабушка Ландышева Анна Николаевна.



В. Н. Янаева за пишущей машинкой. Химический институт им. А. Е. Арбузова КФАН СССР. 1950 г.



1943–1945 гг. – деревня Урманчеево (Мамдышский район), где мать А. И. Коновалова руководила подсобным хозяйством Берсутского леспромхоза.

тоорганической химии с 1992 по 2017 гг., Председатель Казанского научного центра РАН с 1996 по 2008 гг., член Бюро Отделения химии и наук о материалах РАН с 1991 по 2007 гг., член Президиума Российской академии наук

с 2001 по 2017 гг., он выдающийся химик и инициатор работ в России в области супрамолекулярной химии – новейшем направлении химической науки. Эти исследования были начаты в 1995 году и привели к созданию в

Годы учёбы в университете 1951–1956 гг.



Подготовка к семинару.
У доски А. И. Коновалов.



1956 г., возвращение с целины.

Эстафета студентов.

Семья Коноваловых



Казани отечественной школы супрамолекулярной химии, получившей международное признание.

В 2002 году в ИОФХ им. А. Е. Арбузова был создан Отдел супрамолекулярной химии, руководителем которого

до 2013 года был А. И. Коновалов. В состав Отдела вошли три научных подразделения Института – лаборатория Химии каликсаренов, лаборатория Высокоорганизованных сред и лаборатория Физико-химии супрамолекулярных систем.

Отдел супрамолекулярной химии ИОФХ им. А. Е. Арбузова. 2004 г.



Лаборатория Химии каликсаренов, с 2000 г.

Лаборатория Физико-химии супрамолекулярных систем, с 2002 г.

Лаборатория Высокоорганизованных сред, с 2000 г.

Государственная премия Республики Татарстан в области науки и техники. 2008 год.
“Супрамолекулярные системы на основе каликсаренов”



И. С. Антипин с гордостью подчеркнул то внимание, которое к исследованиям казанских химиков проявил Нобелевский лауреат, профессор Жан-Мари Лён – основоположник супрамолекулярной химии. “Россия – страна

великих традиций в химии, и Казань играет специальную историческую роль. Это было снова показано в успешном вхождении российских химиков в супрамолекулярную химию”, – профессор Жан-Мари Лён (Франция).

Казанская школа супрамолекулярной химии



Горбачук В.В.



Бурилов А.Р.



Казакова Э.Х.



Соловьёва С.Е.



Захарова Л.Я.



Мустафина А.Р.



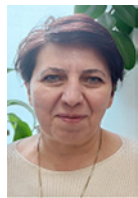
Рыжкина И.С.



Губайдуллин А.Т.



Подъячев С.Н.



Зиганшина А.Ю.



Стойков И.И.



Бурилов В.А.

Награды



В 2008 году коллектив в составе И. С. Антипина, И. И. Стойкова, С. Е. Соловьёвой, А. Р. Мустафиной, И. С. Рыжкиной, А. Р. Бурилова, А. Т. Губайдуллина под руководством академика А. И. Коновалова стал лауреатом Государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники за цикл работ “Супрамолекулярные системы на основе каликсаренов”.

В 1980–1990 гг. А. И. Коновалов был членом Верховного Совета ТАССР, а в 1989–1992 гг. – народным депутатом СССР, членом Комитета по науке и образованию Верховного Совета СССР. Он был активным участником Межрегиональной депутатской группы (МДГ), оказавшей большое влияние на развитие программы демократического движения в России.

Александр Иванович Коновалов – академик Российской академии наук и Академии наук Республики

Татарстан, ушёл из жизни 4 мая 2021 года, не дожив три года до своего 90-летия. Но его научные труды, научно-организационная и общественная деятельность и весь его жизненный путь в целом, – всё это вместе являет собой пример, достойный подражания. Сохранённый научный коллектив Института Арбузова в “лихие” 90-е гг., верные друзья и коллеги и целая плеяда учеников и последователей!

В завершение своего выступления Игорь Сергеевич Антипин привёл перечень наград выдающегося русского химика, нашего знаменитого соотечественника, учёного с мировым именем – Коновалова Александра Ивановича. И хотелось бы видеть здесь ещё одну награду – “За верность науке. За честь и достоинство”.

Записала Т. Д. Кешнер

К 70-летию члена-корреспондента РАН Игоря Сергеевича Антипина

7 апреля 2024 года Игорю Сергеевичу Антипину – известному российскому учёному, специалисту в области физической, органической и супрамолекулярной химии, доктору химических наук, профессору, члену-корреспонденту по Отделению химии и наук о материалах РАН, исполнилось 70 лет.

И. С. Антипин – выпускник Химического факультета Казанского государственного университета 1976 г., после окончания аспирантуры он защитил кандидатскую диссертацию в 1979 году и продолжил работу на Химическом факультете. В Казанском государственном университете И. С. Антипин прошёл путь от ассистента до заведующего кафедрой органической химии, в 1995 году защитил докторскую диссертацию, в 1996 году ему было присвоено учёное звание профессора, а в 2003 году он был избран членом-корреспондентом Российской академии наук по специальности “Физическая химия”.

В ИОФХ им. А. Е. Арбузова Игорь Сергеевич работает с 1996 года, с 2000 года – заведующий лабораторией Химии каликсаренов.



V Международный симпозиум “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур”. Октябрь 2009 года, г. Казань.



Игорь Сергеевич Антипин
(род. 7.04.1954)

Основные труды юбиляра лежат в области термодинамики сольватации и межмолекулярных взаимодействий в растворах, химии макроциклических соединений (криптанов и каликсаренов) и их комплексов типа “гость – хозяин”. Им проведены фундаментальные исследования по созданию универсальной шкалы ионно-парной кислотности органических соединений в растворителях различной полярности. Совместно со своим учителем – академиком А. И. Коноваловым, в середине 80–90-х гг. XX века И. С. Антипин инициировал исследования супрамолекулярных систем в растворах и твёрдой фазе, которые привели к созданию в Казани отечественной школы супрамолекулярной химии, получившей международное признание.

Мы присоединяемся к поздравлениям Президиума Российской академии наук, Отделения химии и наук о материалах, редколлегии и редакции журнала “Известия Академии наук. Серия химическая” и желаем Игорю Сергеевичу Антипину – талантливому учёному, харизматичному человеку и нашему коллеге, крепкого здоровья и дальнейших успехов.

*Коллектив ИОФХ им. А. Е. Арбузова
ФИЦ КазНЦ РАН*



Антипин Игорь Сергеевич
(к семидесятилетию со дня рождения)

7 апреля 2024 г. исполняется 70 лет члену-корреспонденту Российской академии наук Игорю Сергеевичу Антипину.

И.С. Антипин – известный учёный, один из ярких представителей всемирно известной казанской химической школы – «колыбели» российской органической химии. Под его руководством выполнены исследования в области физической органической химии, химии макроциклических соединений, супрамолекулярной химии — новейшем направлении химической науки, а также хемоинформатики.

И.С. Антипиным совместно со своим учителем – академиком А.И. Коноваловым — в середине 90-х гг. прошлого столетия были начаты исследования в области супрамолекулярной химии каликсаренов, которые привели к созданию в Казани отечественной школы супрамолекулярной химии, получившей международное признание. И.С. Антипиным внесён существенный вклад в разработку научных основ создания на основе каликсаренов селективных рецепторов и самоорганизующихся супрамолекулярных систем в растворе и твёрдой фазе, которые образуются на принципах молекулярного распознавания и многоточечного связывания, и их применение для конструирования функциональных наноразмерных объектов.

Начиная с 2010 г. И.С. Антипин начал развивать в Казанском университете современное междисциплинарное направление - хемоинформатику, которая включает в себя дизайн, организацию, управление, поиск, анализ, распространение, визуализацию и использование химической информации для решения широкого спектра задач. Создана магистратура по хемоинформатике и молекулярному моделированию, имеющая международную аккредитацию и функционирующая в рамках программы двойного диплома Казанского федерального университета и университета г. Страсбурга.

Результаты исследований И.С. Антипина представлены в более чем 1000 научных публикаций, в том числе 8 монографиях и 14 патентах Российской Федерации.

С 2020 г. И.С. Антипин начал активно работать по прикладной тематике: получение суперконструкционных полимеров и композитов на их основе. В рамках выполнения проекта Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (2020–2021 гг.) им и сотрудниками при участии двух промышленных партнёров разработана отечественная технология получения полифениленсульфида (ПФС. PPS) и создано опытно- промышленное производство.

В 2022 г. в Казанском федеральном университете (КФУ) под руководством И.С. Антипина создана лаборатория «Синтетические полимерные материалы и композиты» для разработки новых композиционных материалов для изготовления (литьё под давлением, прессование и 3D-печать) изделий с повышенными требованиями к механическим, термическим, электрическим свойствам и химической стойкости в агрессивных средах для применения в электротехнике, в транспортных средствах и авиакосмической отрасли.

И.С. Антипин ведёт большую научно-организационную работу. В течение 22 лет (с 1999 г. по 2021 г.) И.С. Антипин заведовал кафедрой органической химии Казанского университета. С 2000 г. по настоящее время И.С. Антипин является заведующим лабораторией Химии каликсаренов Института органической и физической химии имени А.Е. Арбузова (ИОФХ) Казанского научного центра РАН. Как профессор кафедры и руководитель лаборатории ИОФХ имени А.Е. Арбузова он и в настоящее время проводит подготовку кадров (в том числе высшей квалификации) по органической и супрамолекулярной химии. Под его руководством защищены 4 докторские и более 20 кандидатских диссертаций, в том числе четыре совместно с университетом г. Страсбург (Франция) на соискание степени к.х.н. и PhD.

И.С. Антипин — председатель диссертационного совета по органической и аналитической химии Казанского университета, член двух диссертационных советов КФУ и Института органической и физической химии имени А.Е. Арбузова, член учёных советов КФУ, Института органической и физической химии имени А.Е. Арбузова, Химического института имени А.М. Бутлерова КФУ, Научного совета РАН по органической химии, Президиума Казанского научного центра РАН, член комиссий по присуждению премий — международной Арбузовской премии и премии имени В.В. Марковникова.

И.С. Антипин является руководителем различных проектов и программ Российского научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований, а также проектов, выполняемых в рамках государственного задания.

Заслуги И.С. Антипина отмечены государственными и международными наградами. Он — лауреат Государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники (2008 г.), лауреат международной премии и медали Дж.Этвуда и Я.Липковского за выдающиеся достижения в химии соединений «хозяин–гость» (2017 г.), ему присвоено звание «Заслуженный деятель науки Республики Татарстан» (2005 г.). И.С. Антипин награждён французским орденом Кавалера Академических Пальм (2016 г.), медалью «100 лет образования ТАССР» (2021 г.), медалью имени В.В. Марковникова Московского государственного университета (2022 г.).

Президиум Российской академии наук, Отделение химии и наук о материалах, редколлегия и редакция журнала «Известия Академии наук. Серия химическая» поздравляют Игоря Сергеевича с семидесятилетием и желают ему крепкого здоровья и дальнейших успехов.

Татьяна Николаевна Юсупова. К 75-летию со дня рождения

31 мая 2024 года Юсуповой Татьяне Николаевне (в девичестве Романовой) – доктору химических наук, профессору, ведущему научному сотруднику лаборатории Химии и геохимии нефти ИОФХ им. А. Е. Арбузова, исполнилось 75 лет.

После окончания школы Татьяна Николаевна – тогда ещё просто Таня Романова, поступила на Химический факультет Казанского государственного университета. Это был 1966 год – год двойного выпуска, когда из-за очередной реформы образования школу заканчивали сразу 10-е и 11-е классы. Только из школы, в которой училась Татьяна Николаевна, одновременно выпускалось 12 классов! Поэтому конкурс во все вузы был огромный: на Химфаке КГУ – 10 медалистов на одно место. Татьяна Николаевна, как серебряный медалист, 1 августа сдала химию на “отлично” и ушла отдыхать. А через месяц, 30 августа, будучи полностью уверенной в том, что зачислена, не обнаружила себя в списках поступивших. Татьяна Николаевна вспоминает: “Родители, конечно, стали срочно телеграфировать в разные высшие инстанции. Я с мамой зашла к Александру Ивановичу Костромину – декану факультета. Он с сожалением сообщил, что зачислили, преимущественно, детей из неполных семей. Я сказала: “Если у меня на следующий год родители будут живы, то и тогда поступать не стоит?” А. И. Костромина это высказывание очень задело, и он обещал сделать всё, чтобы как-то исправить ситуацию. В итоге всех таких же “незачисленных” приняли на вечернее отделение с условием дневного обучения. Но на дневное отделение нас перевели только на 4-м курсе”.

По окончании 3-го курса Татьяна Николаевна вышла замуж за выпускника Химфака КГУ Валерия Беляловича Юсупова, и перед самой защитой курсовой работы на 4-м курсе у неё родился сын Роман – ныне заведующий кафедрой квантовой электроники и радиоспектроскопии КФУ. Курсовая работа была посвящена изучению фосфонат-фосфатной перегруппировки методом динамической калориметрии и выполнялась в ИОФХ, в лаборатории Махмута Шарафутдиновича Ягфарова. Образцы для исследования предоставил Геннадий Васильевич Романов, который позднее стал руководителем её дипломной работы. После защиты в 1971 году диплома Т. Н. Юсупова распределилась во ВНИИСК, но по договорённости ещё несколько лет проработала в лаборатории у М. Ш. Ягфарова. В 1973 г. у неё родилась красавица-дочь Вероника (ныне успешная бизнесвумен), а в 1973 году Т. Н. Юсупова переходит на работу в Казанский инженерно-строительный институт (ныне Казанский государственный архитектурно-строительный университет) на кафедру пластмасс и защищает кандидатскую диссертацию, посвящённую исследованию процесса отверждения



Татьяна Николаевна Юсупова
(род. 31.05.1949)

эпоксидных смол третичными аминами, в том числе с использованием методов термического анализа.

В ИОФХ Татьяну Николаевну в 1985 году привёл её однокурсник – Борис Яковлевич Маргулис, причём привёл в нефтяную лабораторию, которую возглавлял Г. В. Романов, с целью разработки методик по применению методов термического анализа для исследования различных нефтяных объектов. Как раз в это время для лаборатории был приобретён дериватограф Q-1500D фирмы MOM. Здесь-то и пригодились навыки работы, полученные во ВНИИСКе и во ВНИИгеолнеруде. По словам с.н.с. И. П. Косачева: “Для лаборатории Химии нефти зачисление Т. Н. Юсуповой оказалось ценным приобретением. Татьяна Николаевна показала себя хорошим специалистом по термическому анализу нефтяных пород – новым для лаборатории методе оценки керогена. Она подробно интерпретировала результаты анализа образцов пород кристаллического фундамента Республики Татарстан, которые я изучал. Всегда оставалась приветливой и доброжелательной”.

Следует отметить, что многолетние исследования кернового материала и нефтей с использованием дериватографа позволило Т. Н. Юсуповой разработать новые методики идентификации органического вещества нефте- и битумсодержащих пород и нефтей по данным термического анализа, которые вошли составной частью в комплекс методик, рекомендованных Миннефтепромом РФ для оценки характера распределения остаточной нефти в заводняемых пластах и используются во многих организациях, в том числе и в профильных вузах Татарстана при исследовании нефтяных объектов. В дальнейшем “ценность” Т. Н. Юсуповой для развития методов термического анализа в лаборатории “подтвердилась” и тем, что не без помощи Татьяны Николаевны в 2004 г. для лаборатории был приобретён и запущен калориметр C80 фирмы SETARAM (Франция), который работает до настоящего времени.

В 1999 г. она становится старшим научным сотрудником, а с 2002 г. – ведущим научным сотрудником ИОФХ

им. А. Е. Арбузова. С 2000 по 2015 г. Т. Н. Юсупова исполняет обязанности заместителя заведующего лабораторией Химии и геохимии нефти, фактически замещая Г. В. Романова, который с 1998 по 2008 гг. совмещал работу заведующего лабораторией с обязанностями заместителя генерального директора по науке в области нефтеотдачи ОАО “НИИ Нефтепромхим”.

В 2002 г. Т. Н. Юсупова защитила докторскую диссертацию на тему “Влияние межфазных взаимодействий на состав и свойства нефтей продуктивных пластов”, и в 2008 г. ей присвоено учёное звание профессора. В 2015 г. в составе коллектива авторов д.х.н. Т. Н. Юсуповой за работу “Разработка и промышленное внедрение комплекса технологий и технических средств по промысловой подготовке сверхвязкой нефти” присуждена Государственная премия Республики Татарстан в области науки и техники и присвоено звание “Лауреат Государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники”. В 2024 г. Минобрнауки России объявило ей благодарность за вклад в развитие сферы научной деятельности и многолетний добросовестный труд.

За годы работы в ИОФХ им. А. Е. Арбузова Т. Н. Юсупова стала широко известным специалистом в области химии нефти. Ею выявлены определяющие физико-химические, геохимические и техногенные факторы, влияющие на формирование состава нефти, и показана необходимость их учёта при выборе и создании новых эффективных технологий разработки нефтяных месторождений. Татьяной Николаевной внесён значительный вклад в изучение дисперсного строения остаточных нефтей с привлечением

методов, которые ранее практически не использовались для исследования нефтяных объектов (например, такие как паровая хроматография, микрокалориметрия, мессбауэровская и диэлектрическая спектроскопия), что позволило по-новому, на более глубоком уровне осмыслить физико-химические процессы, происходящие в нефтяном пласте.

По результатам исследований Т. Н. Юсуповой опубликовано более 200 работ и несколько патентов. Значительная часть её научной деятельности обобщена в монографии “Физико-химические процессы в продуктивных нефтяных пластах” (Юсупова Т.Н., Ганеева Ю.М., Романов Г.В., Барская Е.Е.; Москва, 2015), которая, по словам д.т.н. профессора кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений АГНИ Гуськовой И.А. “является настольной книгой всех сотрудников её кафедры”.

Под руководством Т. Н. Юсуповой защищено восемь кандидатских и одна докторская диссертация. Вообще, отношение Татьяны Николаевны к своим аспирантам и соискателям – это отдельная тема. Если кто-то попадал в группу Татьяны Николаевны, то это уже навсегда.

Барская Екатерина Евгеньевна – н.с., к.х.н., делится своими воспоминаниями: “Я пришла работать в лабораторию Химии и геохимии нефти как раз в тот период, когда Татьяна Николаевна готовилась к защите докторской. Мне очень повезло, что я попала в группу именно к ней. В то время она много выступала на различных конференциях, общалась с разными людьми. Мне было всё это очень интересно, поскольку представления о нефти в то время у меня, как у “чистого” химика, были очень поверхностными. Слушая доклады Татьяны Николаевны,



Лаборатория Химия нефти. 2010 год. Слева направо. Сидят: Г. П. Каюкова, Т. Н. Юсупова, П. С. Фахретдинов, Г. В. Романов, Б. Я. Маргулис, Стоят: Ю. М. Ганеева, И. Ю. Голубев, Е. С. Охотникова, С. М. Петров, Л. Е. Фосс, Д. Н. Борисов, Н. А. Аббакумова, Л. М. Петрова.

я каждый раз погружалась в этот удивительный мир нефтяных систем, вместе с тем каждый раз удивляясь, как легко моя наставница отвечала на самые разные, иногда даже каверзные вопросы. В тот период я познакомилась со многими известными учёными не только из Казани, но и из Томского Института химии нефти, из Москвы (Губкинский и Топчиевский институты). И все, с кем мне довелось пообщаться, говорили, что мне очень повезло с научным руководителем. Постепенно, каждый раз помогая своей наставнице оформлять разные отчёты, статьи, презентации, я узнавала что-то новое из мира химии нефти и влюблялась в научную работу, что, безусловно, было заслугой Татьяны Николаевны. Так, как она могла научить “вьедаться” в сложное и непонятное – ненавязчиво, своим примером, правильными вопросами и советами, могут не многие. За короткий период (2006–2007 гг.), уже после защиты докторской диссертации, Т. Н. Юсупова выпустила сразу трёх кандидатов наук по разным специальностям и областям науки: Д. В. Сараев (к.х.н., физическая химия), Е. Е. Барская (к.х.н., нефтехимия) и А. Г. Романов (к.т.н., нефтехимия). Настоящий учёный-эрудит!”.

А вот как вспоминает первую встречу в 1966 году с радостной абитуриенткой, прыгавшей по ступеням Химфака КГУ, д.х.н. Г. В. Романов: “Какой результат?” – “Пять!”. “Как зовут?” – “Романова Таня”. Оказалось, что мы однофамильцы.

Вторая встреча произошла на кафедре химии полимеров, когда я стал сотрудником кафедры и аспирантом заочного обучения КГУ. Татьяна Николаевна оказалась в группе Ирины Вадимовны Коноваловой, с которой мы в этот период обсуждали возможность исследования фосфонат-фосфатной перегруппировки как методом ДТА, так и методом калориметрии. Такой прибор, сконструированный Махмутом Шарафутдиновичем Ягфаровым – учеником Л. Г. Берга, одним из основателей комплекса методов термического анализа, находился в ИОФХ им. А. Е. Арбузова. По предложению И. В. Коноваловой, Татьяна стала выполнять курсовую, а затем дипломную работу у М. Ш. Ягфарова на его самодельном калориметре, но с использованием синтезированных мной соединений и при моём участии. По результатам этих исследований была направлена в печать статья, опубликованная в Журнале общей химии (“О термодинамических и кинетических характеристиках фосфонат-фосфатной перегруппировки”, ЖОХ, т. 43, вып. 11, 1973. Пудовик А.Н., Коновалов А.И., Романов Г.В., Ягфаров М.Ш., Коновалова И.В., Юсупова Т.Н.).

В 1983 году, т.е. практически через десять лет, состоялась наша третья встреча. Это произошло в Бутлеровской аудитории Химфака КГУ, где проходило совещание учёных Казани с участием нефтяников. На это совещание пришёл Б. Я. Маргулис, с которым я был хорошо знаком со студенческих лет и уже плотно сотрудничал как с представителем Казанского филиала ТатНИПИнефть. Вот он и представил свою сокурсницу – Т. Н. Юсупову, которая была в поиске нового места работы. К тому времени она успела не только сменить фамилию, став Юсуповой, но и защитить кандидатскую диссертацию. Привлекатель-



Обсуждение научных результатов в непринуждённой рабочей обстановке: в центре – научный руководитель д.х.н. Т. Н. Юсупова, слева – Т. Р. Фосс, справа – Е. Е. Барская.

ным было то, что она была готовым специалистом и в совершенстве владела всеми тонкостями работы на дериватографе. Вскоре, уже работая в лаборатории Химии нефти ИОФХ, Татьяна Николаевна, совместно со с.н.с. В. И. Сёмкиным, получила оригинальные результаты по нефтяным объектам: остаточным нефтям и кернам разрабатываемых месторождений.

Надо отметить, что для Татьяны Николаевны характерны тщательность и настойчивость, помогающие ей по жизни. Так, интерес к новому и смелость в освоении новых физико-химических методов, сложных по своей сути и мало распространённых среди учёных, изучающих нефтяные системы, характеризуют её как пытливого экспериментатора и талантливого учёного с широкой эрудицией. Можно отметить, что кроме знаний, полученных на Химфаке КГУ, ей потребовались дополнительные сведения и по математике, и по геологии, и по геохимии, и даже по вопросам технологических процессов разработки нефтяных месторождений с учётом условий регионов их залегания. Т. Н. Юсупова блестяще справилась с поставленной задачей!”.

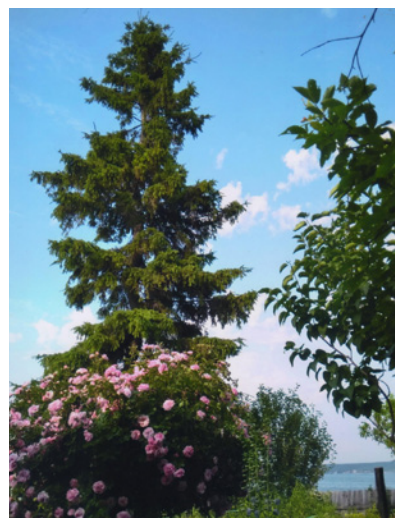
Охотниковой Екатерине Сергеевне, когда она ещё была студенткой КХТИ, рекомендовали Т. Н. Юсупову как “хорошего руководителя” для курсовой работы. Затем Татьяна Николаевна стала руководителем её выпускной дипломной работы, а затем и кандидатской диссертации. Как вспоминает с.н.с. Е. С. Охотникова: “Татьяна Николаевна не просто давала темы для исследований, но и учила нас думать: собирать, обрабатывать и представлять результаты. В её комнате стоял большой стол, за которым обычно происходили обсуждения выполняемых работ, раскладывались длиннющие таблицы с данными, начальные варианты будущих статей и презентаций. В ходе таких обсуждений и происходило моё становление из неопытной студентки в учёного, рождались новые темы и направления исследований. В ходе защиты переделан-

ных работ всегда чувствовалась поддержка со стороны руководителя, она помогала найти подход к рецензентам и оппонентам, приглашала экспертов, которые могли бы указать на сильные стороны работы, убеждала членов диссертационного совета поддержать соискателя”.

Лично мне Татьяну Николаевну в качестве научного руководителя “рекомендовала” моя мама – Валентина Васильевна Абушаева, в то время н.с. лаборатории Химии нефти. Можно сказать, она за руку привела меня именно к Т. Н. Юсуповой, хотя на тот момент в лаборатории работали и другие весьма уважаемые сотрудники, вскоре ставшие докторами наук. Сначала Татьяна Николаевна убедила меня, физика по образованию, начать работать над кандидатской диссертацией по остаточным нефтям и пластовым битумам. При огромной поддержке и помощи Татьяны Николаевны кандидатская диссертация была написана за рекордные четыре года и успешно защищена в г. Томске, куда она поехала “защищаться” вместе со мной. А некоторое время спустя Татьяна Николаевна начала закладывать мне в голову мысли о докторской диссертации, которые попервоначально мною всерьёз не воспринимались и казались полным абсурдом. Тем не менее, постепенно я начала об этом думать. В процессе написания докторской диссертации, а особенно в период подготовки к защите, Татьяна Николаевна оказала мне огромную эмоциональную и моральную поддержку, за что я ей очень благодарна и по сей день. Помню, накануне дня защиты я в очень подавленном состоянии вечером приехала к ней домой, и мы с ней ещё раз обсудили какие-то спорные моменты в докладе, отшлифовали ответы оппонентам. Несмотря на позднее время, Татьяна Николаевна нашла для меня тёплые слова поддержки, что на тот момент для меня было очень важно и придало мне силы и уверенности на следующий день. Защита состоялась, и после защиты первым, от кого я услышала похвалу и слова одобрения и ободрения, была Татьяна Николаевна. Таким образом, Татьяна Николаевна “сделала” мою научную карьеру и определила направление и область интересов всей моей последующей жизни.

В настоящее время Т. Н. Юсупова плодотворно работает по научным направлениям лаборатории Химии и геохимии нефти, выступает оппонентом или рецензентом кандидатских и докторских диссертаций сторонних организаций, в качестве консультанта принимает участие в хозяйственных работах. В свободное от работы время Татьяна Николаевна занимается благоустройством дачи, разведением цветов, выращиванием овощей и ягод. В зимнее время читает художественную литературу и думает о том, как весной поедет на дачу и что в первую очередь там сделает, когда начинать выращивать рассаду и какие семена купить.

По словам в.н.с. Галины Петровны Каюковой: “Для Татьяны Николаевны сад – это не только участок, где можно что-то посадить и собрать урожай. Это красивое место на правом берегу Волги, около пристани Ташёвка, где можно поработать и отдохнуть душевно от всех хлопот и забот, которые постоянно окружают



На любимой даче в Ташёвке. Вид на Волгу.

нас в повседневной жизни. Сад этот ещё приобрёл отец её мужа, известный специалист по нефти и газу Белял Магтасимович Юсупов – первооткрыватель нефтяных богатств Татарстана, здесь выросли её дети и внуки. Когда я однажды зашла к ней в сад, то удивилась – это был совсем небольшой участок и небольшой с виду домик, в котором собиралось и жило, как говорила сама Татьяна Николаевна, много взрослых и детей. С этого участка она ведрами собирала малину, а также помидоры и огурцы. Всё росло, всё благоухало. Любимыми цветами у неё, как мне казалось, были ирисы. Она с любовью их выращивала и восхищалась их красотой. Мне очень понравилась растущая около дома высокая ель с закрученными от ветров ветками, которую видно даже с парохода, а рядом с елью – огромный розовый куст! В глубине души я всегда восхищалась мудростью и умением Татьяны Николаевны общаться с сотрудниками, её дружбой с детьми и внуками. И как она всё успевает!”

Т. Н. Юсупову отличают общительность и готовность всегда прийти на помощь. Общее мнение лаборатории выразила Е. С. Охотникова: “Татьяна Николаевна необычайно искренний и отзывчивый человек, она смогла собрать вокруг себя коллектив, который объединяют не только рабочие, но и дружеские отношения, и который за период работы в Институте стал для многих второй семьёй”. Мужская же часть лаборатории, в первую очередь, отмечает её привлекательность, приветливость и доброжелательность.

Здоровья Вам, дорогая Татьяна Николаевна, и долгих лет жизни на радость близким и родным, ну и коллегам, конечно же! Пусть на душе всегда будет спокойно и тепло, а разум остаётся таким же светлым и пронизательным! Пусть все проблемы останутся в прошлом, а в будущем Вас ждёт только всё самое лучшее, светлое и доброе!

*Ю. М. Ганеева,
д.х.н., заведующая лабораторией
Химии и геохимии нефти*

**Людмила Николаевна Пунегова.
К 75-летию со дня рождения**

Людмила Николаевна родилась в г. Казани в семье служащих. Отец – Николай Тихонович Пунегов – ветеран Великой Отечественной войны, до ухода на фронт в 1941 году, работал в системе потребкооперации в г. Сыктывкар Коми АССР. В феврале 1943 года в битве под Сталинградом получил множественные ранения, был контужен и доставлен в Казань, в военный госпиталь, из которого через несколько месяцев лечения был выписан инвалидом войны второй группы.

Мама – Пунегова Клавдия Константиновна всю войну – с 1941 по 1945 год, проработала на Казанском авиационном заводе, где контролировала качество самолётов, улетающих с заводских полигонов в зоны боевых действий. Условия работы на заводе в военное время были очень тяжёлые даже для мужчин, не говоря уже о молодых девушках. Режим работы – две недели на заводе круглосуточно без выходных, затем на два дня отпускали в домой. Один день разрешалось потратить на личные нужды, а второй – поскольку медицинских работников для ухода за ранеными катастрофически не хватало, Клавдия Константиновна, как и другие девушки, безвозмездно работала в госпитале, выхаживая раненых бойцов. Так Клавдия Константиновна познакомилась с сильно израненным и тяжело контуженным Николаем Тихоновичем, за которым ухаживала вплоть до его выписки из госпиталя и отъезда в родной г. Сыктывкар.

И только после окончания войны, в декабре 1946 года родители Людмилы Николаевны случайно встретились в Казани на предновогоднем балу в клубе Менжинского и в феврале 1947 года поженились.

Счастливая семейная жизнь была недолгой. Полученные на войне тяжелейшие ранения привели в итоге Николая Тихоновича Пунегова к полному параличу всего организма. В 1961 году Николай Тихонович умер, оставив молодую вдову с тремя детьми: сыном Владимиром, дочками Людмилой и Еленой. Клавдия Константиновна – миниатюрная, хрупкая женщина, обладала очень сильным и твёрдым характером, не позволяла себе проявлений слабости и отчаяния. Людмила Николаевна вспоминает, что никогда не видела маму, плачущую при детях от бессилия или жутчайшей безысходности. И как бы не было трудно, Клавдия Константиновна, работавшая начальником смены на фабрике по пошиву военного обмундирования по 10–14 часов в сутки, старалась обеспечить детям достойную жизнь и дать хорошее образование.

Дети понимали и очень ценили материнский героизм и всячески старались помочь своей любимой мамочке. Все домашние дела, с которыми могли справиться дети, были распределены между ними в соответствии с возрастом. 14-летний Володя следил за исправностью работы до-



Людмила Николаевна Пунегова
(род. 26.06.1949)

машней техники и оборудования. Обязанностью 12-летней Людмилы было поддержание порядка в доме, покупка продуктов, приготовление еды, проверка выполнения уроков и других домашних заданий у младшей сестры. Кроме этого, Людмила с братом в свободное время помогали маме шить военные гимнастёрки и другие предметы военного обмундирования, заготовки которого их мама на выходные дни брала с работы на подработку. Возможно, что именно по причине большого числа таких обязанностей, дети приобрели очень полезный жизненный опыт и оптимизм. Они научились из всех дел выбирать самые срочные и главные, конструктивно и целесообразно планировать свой день так, чтобы оставалось время почитать любимые книги, пообщаться с друзьями, посещать секции и кружки, немножко “побаловаться”, учиться на “отлично” и никогда не падать духом. Мама часто повторяла детям: “Мы сильные, мы справимся, всё у нас будет отлично”.

После смерти Николая Тихоновича органы опеки, учитывая сложное положение семьи, пытались старших детей – Володю и Людмилу, определить в интернат. Только настойчивость и твёрдость позиции директора школы № 122, в которой учились Людмила и её брат, не позволили этому случиться. Светлая и добрая память выдающемуся педагогу и прекрасному человеку Надежде Дмитриевне Черкасовой!

В 1966 году Людмила с золотой медалью окончила школу № 122 и поступила на Химический факультет Казанского государственного университета им. В. И. Ульянова-Ленина. Год для поступления был крайне сложный – одновременно выпускались ученики 10-х и 11-х классов, поступающих было в разы больше имеющихся вакансий. Курс 1966–1971 гг. долгое время на Химфаке называли “золотым”, поскольку почти все поступившие абитуриенты были медалистами.

В 1971 году Людмила закончила КГУ по специальности “химик – органическая химия” и по распределению поступила на работу в Казанский НИИ химических продуктов (НИИХП – позднее был переименован в Государ-

ственный научно-исследовательский институт химических продуктов), где проработала до конца 1993 года, пройдя путь от инженера до ведущего научного сотрудника.

Научная деятельность Людмилы Николаевны началась практически сразу после поступления на работу в НИИХП, где с первых же месяцев она проявила себя высококвалифицированным специалистом, способным самостоятельно проводить научно-практические исследования. По результатам выполненных исследований уже в 1972 г. было оформлено несколько заявок на изобретения с последующим получением авторских свидетельств. В ноябре 1977 года Людмила Николаевна поступает в аспирантуру Института органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН (г. Москва), которую успешно заканчивает в феврале 1981 года, с защитой диссертации на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности “органическая химия” по “спецтеме”. К огромному сожалению, её руководитель – член-корр. АН СССР Новиков Сергей Сергеевич, в 1979 году после тяжёлой болезни ушёл из жизни. Так, Людмиле Николаевне пришлось самостоятельно завершать работу над диссертацией и проходить процедуру защиты без руководителя, фамилия которого на титульном листе диссертации была в траурной рамке.

Министерство машиностроения СССР, в подчинении которого находилось НИИХП, достаточно высоко оценило целеустремлённость, самостоятельность, творческую научно-исследовательскую активность и достойные результаты производственной деятельности Людмилы Николаевны, о чём свидетельствуют следующие награды: Бронзовый знак ЦК ВЛКСМ “Молодой гвардеец пятилетки” (1975); Почётный знак “Победитель социалистического соревнования 1975 г.” (постановление Министерства Машиностроения и Центрального комитета профсоюзов СССР); Почётный знак “Отличник социалистического Соревнования Министерства машиностроения СССР” (1979); Почётный знак “Изобретатель СССР” (1985) за активную изобретательскую деятельность. Позже Людмиле Николаевне, уже работавшей в ИОФХ им. А. Е. Арбузова, Указом Президента РТ было присвоено звание Ветерана труда (1999); Указом Президента РФ она была награждена памятной медалью “В память 1000-летия Казани” (2005) и за активную научную и изобретательскую деятельность Указом Президента РТ Серебряным знаком “50 лет Обществу изобретателей и рационализаторов РТ” (2011).

С ИОФХ им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, а именно с лабораторией Радиоспектроскопии, возглавляемой тогда доктором физико-математических наук Ахатом Вахитовичем Ильясовым, Людмила Николаевна начала активно сотрудничать с конца 70-х – начала 80-х годов. Результаты совместных исследований помогли разобраться в сложном химическом процессе и украсили диссертацию Людмилы Николаевны. Некоторые из них удалось опубликовать в открытой печати (ЖОрХ, 1981 г., Известия АН СССР 1978 г.). Благодаря этому плодотворному сотрудничеству Людмила Николаевна приобрела неоценимый опыт работы в академическом институте. И когда в конце 1993 года переводом из НИИХП перешла на работу в ИОФХ им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН на должность старшего научного сотрудника, она оказалась в хорошо знакомом ей коллективе.

Область научных интересов Людмилы Николаевны достаточно широка – химия и технология переработки возобновляемого природного сырья, новые лекарственные средства пролонгированного действия для ветеринарной медицины, разработка технологий получения и организация их производства, а также коммерциализация наиболее перспективных инновационных проектов. Под её руководством выполнялись договорные работы с Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов (1994–1998), ОАО “Хитон” и ОАО “Нэфис Косметикс” (2001–2022), ОАО “Аромат” (с 1994 – по н. вр.); а также работы в рамках грантов АНТ и фонда НИОКР Татарстана (2000–2003). Людмила Николаевна лауреат Республиканского конкурса “50 Лучших инновационных идей для Республики Татарстан” (2005–2007). Проект по разработке новых ветеринарных препаратов пролонгированного действия, выполняемый под руководством Людмилы Николаевны, побеждал в конкурсах “Идея-1000” в номинациях Старт-1 и Старт-2. Работы в рамках заключённых государственных контрактов с Фондом содействия развитию малого бизнеса в научной сфере РФ и договора целевого финансирования с



Обсуждение проекта.
Слева направо: И. И. Курбанова,
Т. С. Шитова, Л. Н. Пунегова,
В. А. Альфонсов.



Слева направо: А. А. Фурсенко, Л. Н. Пунегова, Р. Н. Минниханов. 2011 год.

А. Н. Глебов); 05.17.04 – технология органических веществ (рук., к.х.н., с.н.с. Л. Н. Пунегова). Список её научных трудов включает более 176 публикаций, в том числе 31 изобретение, 17 патентов, три рационализаторских предложения.

В настоящее время под руководством к.х.н., с.н.с. Технологической лаборатории Л. Н. Пунеговой успешно выполняются договорные работы ИОФХ им. А. Е. Арбузова с предприятиями Российской Федерации и Республики Татарстан по разработке и изготовлению новых видов экстрактов растительного и пищевого сырья. Большая часть выполненных работ доведена до уровня внедрения в опытно-промышленное производство и практического применения с оформлением нормативно-технической документации. Чувство долга, ответственность, честность, доброжелательность, готовность прийти на помощь тому, кто в ней нуждается – вот те качества, которые отличают Людмилу Николаевну.

При всём при этом, Людмила Николаевна признаётся, что главное дело её жизни – это семья.

С любящим и любимым мужем – профессором Владимиром Алексеевичем Альфонсовым, они познакомились в далёком 1966 году при поступлении на Химфак КГУ. Но тогда их жизненные пути практически не пересекались: учились в разных группах, разные интересы и увлечения, встречались только на лекциях. Только через четыре года после окончания университета, на встрече однокурсников судьба неожиданно решила вмешаться и объединить их жизненные пути. Людмила Николаевна и Владимир Алексеевич на одном дыхании, как единый организм, счастливо прожили вместе почти 45 лет, не расставаясь даже в период отпусков, вырастили и воспитали дочь и сына. Владимир Алексеевич был прекрасным отцом, дети его обожали. Эта замечательная семья была построена на любви, уважении друг к другу и детям, доверии, терпении, верности и преданности, понимании и умении слушать и слышать друг друга.

Дети выросли, покинули родительское гнёздышко, живут своей жизнью.

В настоящее время дочь – Эллина Владимировна Гоголь (Альфонсова), к.х.н (аспирантура на Экофаке КГУ) и доктор агрохимии (докторантура в Университете г. Перпиньян, Франция), работает доцентом на кафедре общей химии и экологии КНИТУ-КАИ; сын – Алексей Владимирович Альфонсов, доктор естественных наук почти 18 лет живёт в г. Дрезден (Германия) – выполнял дипломную работу, учился в аспирантуре, защищал диссертацию в Институте исследования твёрдого тела и материалов им. Лейбница, где по настоящее время работает научным сотрудником.

6 февраля 2019 года Владимира Алексеевича не стало. Людмила Николаевна до сих тяжело переживает эту утрату и только сильный характер, жизнестойкость и оптимизм помогают ей продолжать трудиться, работать над новыми проектами и успешно их реализовать.

Желаем дорогой Людмиле Николаевне крепкого здоровья, успехов, долголетия, жизнелюбия, поддержки друзей и коллег!

*От имени всех сотрудников
ИОФХ им. А. Е. Арбузова,
д.х.н., профессор М. А. Пудовик*

Памяти...

Памяти Ирины Дмитриевны Морозовой

17 августа 2024 года скончалась с.н.с., к.х.н. Ирина Дмитриевна Морозова. Вся её творческая жизнь была связана с Институтом, и именно научные исследования она считала самым интересным занятием в жизни. К сожалению, объективные проблемы и сложности не дали ей в полной мере реализовать свои интересы, но в своей работе она всегда была честна и стремилась к глубокому пониманию тех явлений, изучением которых занималась. Ирина Дмитриевна была без преувеличения первым квантовым химиком в Казани. По благословию члена-корреспондента АН СССР Бориса Михайловича Козырева и академика Бориса Александровича Арбузова она попала в Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН (ИОНХ, Москва), в группу д.х.н. Мирры Ефимовны Дяткиной – одной из основоположников квантовой химии в России (тогда СССР). Это сформировало Ирину Дмитриевну не только в профессиональном плане, но и оказало большое внимание на её интересы и круг общения; Ирина Дмитриевна на всю жизнь сохранила близкие дружеские отношения с другими учениками Мирры Ефимовны. Отношение к науке и жизни, свойственное Дяткиной, оказалось очень близко Ирине Дмитриевне. По-видимому, благодаря этому их сотрудничество было очень успешным.

Ирина Дмитриевна и Мирра Ефимовна познакомились в 1961 году и начали совместные исследования, посвящённые расчётам спиновой плотности. В 1962 году Ирина Дмитриевна опубликовала обзор в журнале “Успехи химии”, озаглавленный “Метод молекулярных орбит, спиновая плотность в парамагнитном резонансе”, который был посвящён исследованию распределения спиновой плотности в неорганических молекулярных системах. Проанализированные ею данные убедительно продемонстрировали, что исследования парамагнитных соединений, в частности, парамагнитных ароматических комплексов металлов, с помощью магнитного резонанса даёт много ценной информации об особенностях их электронной структуры. Вместе с Миррой Ефимовной они выполнили расчёты распределения спиновой плотности в ароматических металлкетилах методами молекулярных орбит Хюккеля и Мак-Лачлана, что позволило получить отрицательные значения спиновой плотности для некоторых атомов углерода в этих соединениях. На основе найденного распределения спиновой плотности были сделаны предсказания о возможном виде спектров ЭПР рассмотренных кетиллов.

Эти работы привели к подготовке и защите кандидатской диссертации Ирины Дмитриевны по теме: “Распределение



Ирина Дмитриевна Морозова
(25.02.1937–17.08.2024)

спиновой плотности в металлкетилах”, которую она защитила в ИОНХ в 1965 году. В последующие годы Ирина Дмитриевна продолжала изучать электронную структуру свободных радикалов и ион-радикалов, полученных при электролизе органических молекул. Во многих случаях проводимые расчёты позволили не только более точно интерпретировать спектры ЭПР, но и сделать ряд важных заключений о поведении соединений в магнитном поле. В числе исследованных классов соединений были радикалы фосфорорганических соединений, впервые полученные в ИОФХ им. А. Е. Арбузова.

Ирина Дмитриевна стояла у истоков и участвовала в формировании совершенно нового направления: квантово-химических расчётов магнитно-резонансных параметров, в частности, констант сверхтонкого взаимодействия. Её пионерские работы оказали большое влияние на тематику исследований лаборатории Радиоспектроскопии, в которой Ирина Дмитриевна начала работать в 1964 году. В эти годы сформировалась активная группа молодых исследователей, объединившая Ю. М. Каргина, Я. А. Левина, А. В. Ильясова и И. Д. Морозову, проводившая исследования по ЭПР электрохимически генерированных парамагнитных продуктов. Итогом плодотворной работы явилась серия статей и монография А. В. Ильясова, Ю. М. Каргина, И. Д. Морозовой “Спектры ЭПР органических ион-радикалов”, вышедшая в издательстве “Наука” в 1980 г.

В 70-е годы в содружестве с с.н.с. лаборатории ИСОС КГУ Р. М. Аминовой Ирина Дмитриевна участвовала в выполнении серии работ по использованию локализованных молекулярных орбиталей (ЛМО) для оценки параметров спектров ЯМР – магнитного экранирования протонов и химических сдвигов – различных органических соединений, в том числе содержащих атомы фосфора. В этих исследованиях принял участие сотрудник Ирины

Дмитриевны – Михаил Борисович Зуев, вернувшийся в ИОФХ после защиты кандидатской диссертации под руководством д.х.н. О. П. Чаркина, ученика М. Е. Дяткиной. Была установлена трансферабельность вкладов ЛМО в константы магнитного экранирования протонов и было показано, что использованный подход позволяет оценить вклады от орбиталей связей и НЭП в константы экранирования.

В 80-е годы теоретические исследования магнитно-резонансных параметров продолжались. Группа, руководимая Ириной Дмитриевной, начала освоение и активное использование неэмпирических методов квантовой химии. Среди успешных исследований этого периода можно назвать разработку так называемых обобщённых правил Гиллеспей (М. Б. Зуев, О. П. Чаркин, И. Д. Морозова, Н. М. Клименко, А. В. Ильясов), позволяющих предсказывать геометрические конфигурации фосфорсодержащих радикалов; установление взаимосвязи между распределением спиновой плотности и структурой катион-радикалов RN^{3+} , $P(CH_3)^{3+}$, PCl^{3+} , а также катион-радикалов некоторых ненасыщенных соединений, молекулы которых содержат два атома фосфора (М. Б. Зуев, И. Д. Морозова, А. В. Ильясов, О. П. Чаркин); установление структуры нитроксильных и иминоксильных свободных радикалов (М. Ю. Балакина, М. Б. Зуев, И. Д. Морозова). В 1985 г. в издательстве “Наука” была опубликована вторая монография “Спектры ЭПР и стереохимия фосфорсодержащих свободных радикалов” (А. В. Ильясов, И. Д. Морозова, А. А. Вафина, М. Б. Зуев).

Наконец, в 90-е годы Ирина Дмитриевна явилась инициатором использования ЛМО при анализе формирования констант ядерного квадрупольного взаимодействия

в спектрах ЯКР азотсодержащих гетероциклических соединений – азиридина и его производных, азетидина, пирролидина и пр. (М. Ю. Балакина, О. Д. Фоминых, И. Д. Морозова, Д. Я. Осокин). Неэмпирические квантово-химические расчёты констант ядерного квадрупольного взаимодействия в нашей стране в те годы практически не проводились. Энтузиазм и увлечённость Ирины Дмитриевны сплотили этот небольшой коллектив, позволили выработать общий язык, понятный как теоретикам, так и экспериментаторам. В ходе выполнения этих исследований по предложению Ирины Дмитриевны мы стали использовать топологический подход “Атомы-в-молекулах”, который в те годы ещё не обрёл заслуженную популярность.

Ирина Дмитриевна была неординарным человеком. Её отличали преданность науке, уважение к научному труду и людям, этот труд осуществляющим. Круг её интересов был очень широк, она любила и хорошо знала музыку и живопись, литературу и историю, обожала книги. При этом Ирина Дмитриевна щедро делилась своими знаниями и интересами с близкими и друзьями. Ирина Дмитриевна умела дружить; круг её друзей сложился в юности, позднее к нему добавлялись новые лица, образуя следующие “координационные сферы”, при этом все чувствовали заинтересованность, внимание и заботу Ирины Дмитриевны. Счастье общения с ней, благодарность за щедрое тепло, которое она дарила, навсегда останется в сердцах тех, кто близко знал и любил Ирину Дмитриевну.

*М. Ю. Балакина,
д.х.н., заведующий лабораторией
Функциональных материалов*

Памяти Сании Файрутовны Кадыровой

В конце 2024 года не стало большого труженика нашего Института, Ветерана труда и дорого нам человека – Сании Файрутовны Кадыровой, научного сотрудника лаборатории Химии гетероциклических соединений (ХГС) ИОФХ им. А. Е. Арбузова.

Вся трудовая деятельность Сании Файрутовны более сорока лет была связана с ИОФХ, с химической наукой, особенно с проблемами тонкого химического и нефтехимического синтеза.

Она работала в лабораториях Нефтехимического синтеза (1973–1991), Органического синтеза (1992–2000), Химии гетероциклических соединений (2001–2019).

С. Ф. Кадырова поступила на работу в ИОФХ в 1973 году на должность лаборанта, затем работала на должностях старшего лаборанта и инженера в лаборатории Нефтехимического синтеза. В 1977 году С. Ф. Кадырова успешно окончила Химический факультет КГУ



Сания Файрутовна Кадырова
(04.08.1951–28.10.2024)

им. В. И. Ульянова-Ленина. С 1992 по 2000 г. она работала на должности младшего научного сотрудника в лаборатории Органического синтеза, а с 2001 по 2019 г. была научным сотрудником лаборатории Химии гетероциклических соединений.



Подруги и коллеги в очередной День химика на базе отдыха “Голубой залив”. Слева направо: Татьяна Николаевна Бесчастнова, Татьяна Анатольевна Вахонина, Сания Файрутовна Кадырова.

нового класса гетероциклических соединений – гентатиоканов.

С. Ф. Кадырова участвовала в работе по синтезу душистых веществ и составлении душистых композиций для АО “Хитон”, обеспечивая контроль методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) чистоты препаратов, синтезированных в Институте. В 1995 году она принимала активное участие в создании и работе Центра стандартных образцов и реактивов (ЦСОР), особенно в разработке нового государственного стандартного образца неионогенного поверхностно активного вещества (ПАВ) и наработке его для реализации через ЦСОР. Также ею разработаны методы синтеза и очистки нескольких стандартов для определения хлор- и хлор, бром-содержащих примесей в питьевой воде, по проекту нового ГОСТа для Госстандарта РФ. Заслугой Сании Файрутовны является обнаружение реакции внедрения фосфора в оксазолидиновый цикл, на

За время своего многолетнего труда в Институте С. Ф. Кадырова внесла существенный вклад в синтез и исследование механизмов действия сероорганических и фосфорорганических антиокислительных, противозадирных и противоизносных присадок к смазочным материалам, в изучение реакции Азингера. Особенно следует отметить её вклад в работы по синтезу и определению строения

поверхностно активного вещества (ПАВ) и наработке его для реализации через ЦСОР. Также ею разработаны методы синтеза и очистки нескольких стандартов для определения хлор- и хлор, бром-содержащих примесей в питьевой воде, по проекту нового ГОСТа для Госстандарта РФ. Заслугой Сании Файрутовны является обнаружение реакции внедрения фосфора в оксазолидиновый цикл, на



Лаборатория ХГС поздравляет с 70-летним юбилеем Валерия Игнатьевича Коваленко. Слева направо: Вера Леонидовна Мамедова, Татьяна Николаевна Бесчастнова, Сания Файрутовна Кадырова, Лилия Вадимовна Мустакимова, Елена Анатольевна Хафизова, Вахид Абдулла оглы Мамедов, Валерий Игнатьевич Коваленко, Наталья Анатольевна Жукова, Миляуша Кадырова, Анастасия Замалетдинова.

основе чего получен стабильный β -фосфонитроксильный радикал с закреплённой геометрией.

В лаборатории Химии гетероциклических соединений Сания Файрутовна принимала активное участие в развитии направлений, связанных с хиноксалиноновой и индолононовой тематиками. С активным участием С. Ф. Кадыровой в лаборатории ХГС разработаны эффективные методы синтеза природных алкалоидов фармакологического назначения – виридикатина и виридикатола.

С. Ф. Кадырова является автором около 40 научных работ, в том числе трёх авторских свидетельств. Работы с участием С. Ф. Кадыровой неоднократно поддерживались грантами РФФИ: “Томолитические реакции фосфорорганических соединений – путь к стабильным фосфорсодержащим радикалам” (1996–1998), “Реакции внедрения – новый путь к фосфациклам” (2001–2003), “Взаимопревращение клешневидных и макроциклических соединений, содержащих редоксактивные гетероциклические системы, как новый путь создания супрамолекул с заданными свойствами” (2003–2005).

В течение многих лет С. Ф. Кадырова активно занималась профсоюзной деятельностью, являясь многие годы профоргом и общественным кассиром лаборатории.

Сания Файрутовна была творческим, целеустремлённым, ответственным сотрудником, пользующимся уважением

коллег. Её всегда отличали отзывчивость, контактность, любовь к людям, стремление помочь им.

Мне хочется поблагодарить Санию Файрутовну за многое – за дружественную и доверительную атмосферу в коллективе, в которую она вносила свой заметный вклад; за заботу о студентах-дипломниках; за профессионализм, скрупулёзность и самокритичность в работе. Она была примером для многих сотрудников – как нужно любить дело, которым ты занимаешься, с каким вниманием относиться и к своей работе, и к окружающим тебя людям.

Не только самым близким родственникам – её детям и внукам, но и нам будет не хватать Сании Файрутовны. Даже после выхода на пенсию она приходила в лабораторию, делала критические замечания, радовалась нашим успехам. Мы с неизменной теплотой вспоминаем её – нашего старшего коллегу.

Светлая память о Сание Файрутовне, профессиональном химике-экспериментаторе, отзывчивом и неравнодушном человеке навсегда сохранится в сердцах её друзей и коллег.

*В. А. Мамедов,
д.х.н., профессор,
заведующий лабораторией
Химии гетероциклических соединений*



НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Аспирантура и Диссертационный совет

В 2024 году Институт осуществлял приём на обучение в аспирантуре только на условиях договора ввиду отсутствия контрольных цифр приёма на обучение на бюджетной основе. Два аспиранта влились в дружный коллектив обучающихся, один для подготовки диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук, по специальности 1.5.11. Микробиология, второй – для подготовки диссертации на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений.

К началу 2025 года контингент обучающихся составил 14 человек, распределение аспирантов по специальностям выглядит следующим образом:

Распределение аспирантов по направленностям.

Направленность	Количество аспирантов (на 01.01.2025)
Органическая химия	5
Физическая химия	3
Химия элементоорганических соединений	2
Нефтехимия	1
Биохимия	1

Выпуска аспирантов в 2024 году не было, но прошли защиты аспирантов, закончивших обучение в предыдущие годы – Ившина Камиля Анатольевича (выпуск 2020 года), Чекунова Евгения Владимировича (выпуск 2022 года) и Кондрашовой Светланы Андреевны (выпуск 2022 года). Что ж, лучше поздно, чем никогда.

Диссертационный совет ФИЦ КазНЦ РАН по химическим наукам в 2024 году провёл защиту 13 диссертаций на соискание учёной степени кандидата химических наук, шесть из них были представлены сотрудниками ИОФХ им. А. Е. Арбузова. Остальные диссертации были подготовлены аспирантами федеральных университетов – Казанского и Уральского, а также Казанского национального исследовательского технологического университета:

1. Фатхутдинова Алиса Амировна, КФУ
Анфолдинг и фолдинг белка по данным сверхбыстрой калориметрии
Специальность – Физическая химия, защита прошла 14 февраля.
2. Хайбрахманова Диляра Раисовна, КФУ
Термодинамика взаимодействий низкомолекулярных органических лигандов с альбумином
Специальность – Физическая химия, защита прошла 28 февраля.
3. Кузнецова Анастасия Андреевна, КФУ
Конформационный анализ и механизмы реакций получения соединений трёх- и четырёхкоординированного фосфора со связями $P=O$, $P=S$, $P=Se$ и ароматическими заместителями
Специальность – Физическая химия, защита прошла 13 марта.
4. Ларионов Радик Анатольевич, КФУ
Термические и супрамолекулярные свойства олигопептидов: Gly-Gly, Ile-Ala, Ala-Ile, Leu-Val, Leu-Phe, Phe-Leu, Leu-Leu-Leu
Специальность – Физическая химия, защита прошла 15 мая.
5. Кушатов Темур Абдурасулович, КНИТУ
N-(2-Карбоксифенил)оксаламиды в синтезе хинолинонов и комплексных соединений двухвалентной меди
Специальность – Органическая химия, защита прошла 19 июня.
6. Валиева Мария Игоревна, УрФУ
Новые “push-pull” флуорофоры на основе C6-функционализированных 5-арил-(2,2'-би)пиридинов, синтез и свойства
Специальность – Органическая химия, защита прошла 16 октября.
7. Кузнецова Елизавета Александровна, КНИТУ
Имидазолин-2-оны как нуклеофильные и электрофильные реагенты в синтезе циклических и полициклических мочеви
Специальность – Органическая химия, защита прошла 23 октября.

Также 5 июня 2024 года в ИОФХ им. А. Е. Арбузова прошла защита докторской диссертации Ягофарова Михаила Искандеровича (КФУ) на тему *“Новые подходы к исследованию температурных зависимостей термодинамических функций фазовых переходов органических неэлектролитов”* по специальности Физическая химия. Это самый молодой доктор наук из всех, когда-либо защищавшихся в нашем диссоте (27 лет), да и в целом не много найдётся учёных, столь блестяще представивших свои научные результаты в столь молодом возрасте. Тем

не менее, диссертационный совет, не сомневаясь, присудил М. И. Ягофарову степень доктора химических наук, а Высшая аттестационная комиссия утвердила данное решение, издав приказ о выдаче ему соответствующего диплома.

*Учёный секретарь ИОФХ им. А. Е. Арбузова
ФИЦ КазНЦ РАН, учёный секретарь
диссертационного совета 24.1.225.01,
к.х.н. А. В. Торопчина*

Международное сотрудничество ИОФХ им. А. Е. Арбузова

В 2024 году международное научное сотрудничество в России проходило в условиях продолжающихся международных санкций, что создавало как вызовы, так и возможности для развития науки. За два с лишним года российские научные учреждения успешно адаптировались к санкциям. Усилилось научное сотрудничество с такими странами как Китай, Индия, страны СНГ и другие, что позволило компенсировать потерю доступа к западным научным ресурсам и технологиям.

В обновлённой Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации особо подчеркнута необходимость развития научной дипломатии, в том числе в рамках международных организаций. Основной задачей остаётся расширение географии взаимодействия со странами Азии, Африки, Ближнего Востока, Латинской Америки по организации и поддержке двух- и многостороннего научного сотрудничества, в том числе за счёт организации совместных конкурсов, повышения мобильности учёных и активизации научного обмена.

Интеллектуальный потенциал является ключевым ресурсом XXI века. Наука не должна иметь границ. А взаимовыгодное сотрудничество учёных из разных стран способствует не только обмену знаниями, но и укреплению международных отношений, что в конечном итоге должно помочь в решении глобальных проблем.

В 2024 году учёные ИОФХ совершили семь выездов за рубеж для выполнения совместных исследований и налаживания новых связей в:

- Хэйлунцзянский университет, г. Харбин, Китай (Карасик А.А., Стрельник И.Д.)
- Южно-китайский технологический университет, Гуанчжоу, Китай (Кучкаев А.М. – грант Алгарыш, Яхваров Д.Г.)
- Швейцарский федеральный политехнический университет (Кацюба С.А.)
- Кызылординский университет имени Корыт Ата, Казахстан (Гибадуллина Э.М.)
- Юго-западный нефтяной университет, г. Чэнду, Китай (Заиров Р.Р.)

В 2024 году было подписано четыре соглашения о сотрудничестве:

1. Соглашение о научном сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Школой новой энергии и материалов Юго-западного нефтяного университета, г. Чэнду, Китай. Дата заключения договора 15.04.2024. Срок действия с 01.01.2025 по 31.12.2027. Отв. лицо от ФИЦ к.х.н. Заиров Р.Р.
2. Соглашение о научном сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Ключевой лабораторией функциональной химии неорганических материалов Хэйлунцзянского университета, г. Харбин, Китай. Срок действия с 24.06.2024 по 24.06.2029. Отв. лицо от ФИЦ член-корр. РАН Карасик А.А.
3. Соглашение о научном сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Химическим колледжем Университета Чжэнчжоу, Китай. Срок действия с 15.10.2024 по 15.10.2029. Отв. лицо от ФИЦ к.х.н. Заиров Р.Р.
4. Меморандум о сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Институтом химических наук им. А. Б. Бектурова г. Алматы, Республика Казахстан. Срок действия с 19.11.2024 по 19.11.2029. Отв. лицо от ФИЦ к.х.н. Гибадуллина Э.М.

Продолжали действовать 11 договоров с иностранными субъектами, заключённые в предыдущие годы:

1. Договор о сотрудничестве в области высшего образования и науки между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Республиканским государственным предприятием на праве хозяйственного ведения “Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата” (Республика Казахстан) (10.07.2015–10.07.2025). Отв. лицо от ФИЦ д.х.н. Бурилов А.Р.
2. Соглашение о научном сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Институтом химии металлоорганических соединений,

- г. Флоренция (Италия) (05.05.2016–05.05.2026). Отв. лицо от ФИЦ д.х.н. Яхваров Д.Г.
3. Соглашение о научном сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Институтом Лейбница физики твёрдого тела и материалов, г. Дрезден (Германия) (02.04.2018–бессрочно). Отв. лицо от ФИЦ д.х.н. Катаева О.Н.
 4. Меморандум о сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Казахским государственным женским педагогическим университетом, г. Алматы (Республика Казахстан) (15.04.2019–15.04.2024). Отв. лицо от ФИЦ д.х.н. Бурилов А.Р.
 5. Соглашение о научном сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Университетом г. Чжэнчжоу (Китай) (05.06.2019–05.06.2024). Отв. лицо от ФИЦ чл.-корр. Карасик А.А.
 6. Соглашение об академическом и научно-техническом сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Национальной школой химии Монпелье ENSCM (Франция) (17.12.2019–17.12.2022) с автоматическим продлением ещё на три года. Отв. лицо от ФИЦ д.х.н., проф. Бурилов А.Р.
 7. Пролонгация договора о совместных научных исследованиях действующего с 1999 года Соглашения о сотрудничестве между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Факультетом химии и минералогии университета г. Лейпцига (Германия) (25.02.2020–25.02.2025). Отв. лицо от ФИЦ д.х.н. Мусина Э.И.
 8. Меморандум о взаимопонимании между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Нормандским университетом, г. Кан (Франция) (16.07.2020–16.07.2025). Отв. лицо от ФИЦ к.х.н. Паширова Т.Н.
 9. Меморандум о сотрудничестве в целях укрепления сотрудничества между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Южно-Казахстанской медицинской академией, г. Шымкент (Республика Казахстан) (17.03.2022–17.03.2027). Отв. лицо от ФИЦ д.х.н. Чугунова Е.А.
 10. Меморандум о сотрудничестве в целях укрепления сотрудничества между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Евразийским национальным университетом им. Л. Н. Гумилёва, г. Нур-Султан (Республика Казахстан) в научных и образовательных проектах (07.04.2022–07.04.2025). Отв. лицо от ФИЦ д.х.н. Чугунова Е.А.
 11. Соглашение о сотрудничестве в целях реализации совместных программ по приоритетным направлениям научно-технического развития с использованием научного потенциала, исследовательской и материально-технической инфраструктуры для научно-производственного взаимодействия между ИОФХ им. А. Е. Арбузова – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН и Казахским национальным университетом им. аль-Фараби, Алматы,

Казахстан (05.06.2023–05.06.2026) Отв. лицо от ФИЦ д.х.н. Чугунова Е.А.

В 2024 году в ИОФХ им. А. Е. Арбузова были получены два гранта совместного конкурса Российского научного фонда (РНФ) и Государственного фонда естественных наук Китая (NSFC) по поддержке международных российско-китайских научных коллективов. Экспертиза проектов осуществлялась как с российской, так и с китайской стороны независимо друг от друга. Победителями были признаны коллективы, которым удалось получить положительную оценку экспертов обеих стран. Трёхлетние научные проекты планируются к реализации в 2025–2027 годах.

- Грант 25-43-00125, Карасик А.А., проект “Электролюминесцентные гетеролептические комплексы меди(І) на основе циклических дифосфиновых и дииминовых лигандов для создания высокоэффективных OLED нового поколения”, зарубежная организация School of Chemistry and Materials, Heilongjiang University
- Грант 25-43-00131, Синяшин О.Г., проект “Дизайн высокоэффективных материалов для каталитического сухого риформинга природного газа с использованием концентрированной солнечной энергии”, зарубежная организация School of New Energy and Materials, Southwest Petroleum University

Для участия в зарубежных конференциях выезжало шесть сотрудников Института.

С 18 по 22 августа 2024 года в Пекине проходила 26-я Международная конференция ИЮПАК по физической органической химии, где участвовали к.х.н., с.н.с. лаборатории ВОС Кашапов Руслан Равилович с устным докладом “*Intermolecular interactions in supramolecular systems based on viologen calix[4]resorcinol and anionic polymers*” и к.х.н., н.с. лаборатории ВОС Кашапова Надежда Евгеньевна со стендовым докладом “*Nanoparticles based on viologen calix[4]resorcinol and sodium carboxymethyl cellulose for encapsulation of lipophilic substrates*”.

К.х.н., с.н.с. технологической лаборатории Михаил Николаевич Хризанфоров принял участие с приглашённым докладом “*Ferrocenyl-R-phosphinic acid based coordination polymers as a catalysts for hydrogen evolution reaction and electrocatalytic reduction of carbon dioxide*” в 30-й Международной конференции по металлоорганической химии (ICOMC-2024), которая проходила с 14 по 18 июля 2024 года в г. Агра, Индия.

Кроме того, сотрудники Института выезжали на следующие мероприятия:

- Заиров Р.Р. к.х.н., с.н.с., 11th International Congress on Microscopy & Spectroscopy (INTERM), Олюдениз, Турция (18–25.04.2024)
- Алабугин И.В. г.н.с., зав. лаб., Science School “Chemistry Mall” (CheM-2024), Ереванский государственный университет, Армения (06–09.06.2024)
- Заиров Р.Р. к.х.н., с.н.с., Международная научная конференция “Наука, техника и инновационные технологии в период возрождения новой эпохи могущественного



Р. Р. Кашапов и Н. Е. Кашапова в Китае.



М. Н. Хризанфоров на конференции в Индии.

государства”, посвящённая Дню науки Туркменистана, Ашхабад, Туркменистан (09–16.06.2024)

- Заиров Р.Р. к.х.н., с.н.с., The 5th International Congress on Advanced Materials Sciences and Engineering 2024 (AMSE-2024), Опатия, Хорватия (23–28.07.2024)
- Кацюба С.А., д.х.н., в.н.с., 14-й Международный конгресс Advances in Applied Physics and Material Science (14th APMAS 2024), Фетхие, Турция (08–14.10.2024)

Десять иностранных граждан посетили Институт Арбузова в 2024 году.

27 марта 2024 года с лекцией “Рациональный дизайн и контролируемый синтез наноматериалов для применения в электрокаталитических процессах расщепления воды и восстановления углекислого газа” в Институте выступил Профессор Южно-китайского технологического университета (Китай) Сёнгву Канг. Этот визит заложил основу дальнейшего сотрудничества с лабораторией металлоорганических и координационных соединений.

Дважды в 2024 году – с 22 апреля по 21 июня и с 7 октября по 20 декабря докторант 1-го курса Казахского национального университета им. аль-Фараби Накыпова Салтанат Мураткызы проходила стажировку в ИОФХ по теме “Синтез новых производных диарилбутана и пирро-лидина на основе реакции 1-(4,4-диэтоксипентил) мочевины с С-нуклеофилами” под руководством к.х.н. Смолобочкина А.В.

5 июня 2024 года для участия в заседании диссертационного совета 24.1.225.01 по химическим наукам при ФИЦ

КазНЦ РАН по вопросу защиты диссертационной работы Ягофарова Михаила Искандеровича ИОФХ посетил проректор по научной работе Белорусского государственного университета Блохин Андрей Викторович, официальный оппонент указанной диссертационной работы.

Для участия во II Междисциплинарной всероссийской молодёжной научной школе-конференции с международным участием “Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты”, проходившей с 16 по 20 сентября 2024 года, ИОФХ посетила делегация граждан Казахстана из пяти человек под руководством Акылбекова Нургали Икрамовича – руководителя лаборатории Физико-химические методы анализа Кызылординского университета имени Коркыт Ата.

Для участия в Кластере конференций по элементоорганической и супрамолекулярной химии “Научные стратегии будущего” с пленарным докладом “*Electroluminescent clusters: Filling the gap*” и для знакомства с ИОФХ с 27 по 30 октября 2024 г. в Казани гостил профессор Хейлуцзянского университета Хуэй Сюй (г. Харбин, Китай).

5 декабря 2024 года в ИОФХ им. А. Е. Арбузова состоялась встреча актива Совета молодых учёных ФИЦ “Казанский научный центр Российской академии наук” с председателем Совета молодых учёных Национальной академии наук Республики Беларусь Юрежком Станиславом Станиславовичем.

А. И. Карасик

Совет молодых учёных ИОФХ им А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН

2024 год молодые учёные нашего Института провели очень активно: они выполняли научные исследования, освещали и обсуждали полученные результаты на всероссийских и международных конгрессах и конференциях; читали познавательные лекции и проводили экскурсии для подрастающего поколения; публиковали статьи в высокорейтинговых журналах и монографиях; принимали участие в организации и проведении научных конференций, а также активно участвовали в общественной, культурной и спортивной жизни нашего Института.

Научные исследования молодых учёных ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН в 2024 году были удостоены многих наград и премий.

На традиционной Химической секции Итоговой научной конференции ФИЦ КазНЦ РАН по результатам 2023 года, состоявшейся в феврале 2024 года, членами Совета молодых учёных ИОФХ им. А. Е. Арбузова был проведён конкурс на лучшие стендовые и устные доклады. Комиссия из числа членов СМУ ИОФХ оценивала доклады молодых учёных по актуальности и новизне, практической значимости проводимого исследования, оформлению стенда и умению докладчика отвечать на вопросы. Дипломами за лучший стендовый доклад были награждены: I место – Гребенников Ярослав Никитович (лаборатория Фосфорсодержащих аналогов природных соединений) с докладом *“Фосфорсодержащие 2-олеилоксипропилсульфанил амиды – синтез и оценка противоопухолевой активности”*; II место – Карташов Сергей Владиславович (лаборатория Дифракционных методов исследования) за доклад *“Переходные состояния и частичные химические связи в терминах одноэлектронных потенциалов и соответствующих полей плотности сил”*; III место – Чурбанова Екатерина Сергеевна (лаборатория Химии каликсаренов), работа *“Новые супрамолекулярные комплексы азо-производных тиакаликс[4]арена с красителями для визуализации гипоксии в клетках”*.

Также в этом году СМУ участвовал в оценке лучших устных докладов молодых учёных. Дипломов за лучший устный доклад были удостоены Нёфедова Анна Александровна (лаборатория Химии каликсаренов), выступившая с докладом *“Конденсация 2-арилметилиден тиазоло[3,2-а]пиримидинов с азометинидами и их супрамолекулярная организация в кристаллической фазе”*; Мансурова Элина Эльшатовна (лаборатория Химии каликсаренов) за работу *“Полимерные наночастицы на основе производных урацила для доставки противораковых препаратов”* и Кузнецова Елизавета Александровна (лаборатория Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика) за доклад *“Реакции имидазолин-2-она с нуклеофильными и электрофильными реагентами: синтез замещённых имидазолидин-2-онов”*.

3 апреля 2024 года состоялся финал Конкурса “Лучший молодой учёный (аспирант) ФИЦ КазНЦ РАН 2023”. Конкурс организован Объединённым Советом молодых учёных и специалистов, Президиумом ФИЦ КазНЦ РАН и Объединённым Учёным советом ФИЦ КазНЦ РАН.

В финале конкурса участники представляли доклады по результатам своих научно-исследовательских работ в области химических, физических, биологических, технических, математических и сельскохозяйственных наук. Молодые учёные нашего Института также были удостоены дипломов и премий в категориях “Лучший молодой учёный в области химических наук”, “Лучший аспирант в области химических наук” и “Лучший аспирант в области биологических и сельскохозяйственных наук”.

Так “Лучшими в области химических наук” стали молодые учёные ИОФХ им. А. Е. Арбузова: Ахмадеев Булат Салаватович с докладом *“Наноразмерные контрастные агенты на основе марганца: влияние морфологии частиц и их покрытия на контрастирование органов и тканей”* – I место; Васильева Эльмира Альбертовна с докладом *“Липидные наноконтейнеры для оксимной терапии острого отравления фосфорорганическими соединениями”* – II место; Стрельник Игорь Дмитриевич с докладом *“Радиометрические люминесцентные термометры на основе комплексов меди(I) с P, N-циклическими лигандами”* – III место.

Звания “Лучший аспирант в области химических наук” ИОФХ им. А. Е. Арбузова были удостоены: Кузнецова Елизавета Александровна с сообщением *“Сульфенилирование активированных двойных C=C связей производными гипервалентной серы”* – I место; Мансурова Элина Эльшатовна с сообщением *“Разработка наночастиц на основе производных урацила для адресной доставки противораковых препаратов”* – II место; Габитова Элина Ринатовна с сообщением *“Новые производные тиазолопиримидина: хиральная дискриминация и противоопухолевая избирательная активность”* – III место.

Беляев Григорий Павлович, выполняющий исследования в ИОФХ им. А. Е. Арбузова, с сообщением на тему: *“Ксимедон и его модификации для лечения болезней печени”*, занял III место в категории “Лучший аспирант в области биологических и сельскохозяйственных наук”.

В июне 2024 года младший научный сотрудник лаборатории Электрохимического синтеза Тарасов Максим Вадимович стал победителем конкурса на назначение новой стипендии Президента РФ для аспирантов и адъюнктов. Размер ежемесячной стипендии составляет 75 тыс. рублей. Выплата назначается на срок от 1 до 4 лет. Исследования соискателей данной стипендии должны опираться на приоритеты, определённые Стратегией научно-технологического развития Российской Феде-

Вручение директором ФИЦ КазНЦ РАН Алексеем Алексеевичем Калачёвым дипломов в номинации “Лучший молодой учёный (аспирант) в области химических наук”.



к.х.н. Ахмадеев Б.С.

к.х.н. Стрельник И.Д.



аспирант Габитова Э.Р.



к.х.н. Васильева Э.А.



аспирант Кузнецова Е.А.



аспирант Мансурова Э.Э.



аспирант Беляев Г.П.

рации, утверждённой В. В. Путиным 28 февраля 2024 года. Стипендия учреждена во исполнение поручения Президента Российской Федерации.

Также в июне 2024 года младшему научному сотруднику лаборатории Химии каликсаренов Габитовой Элине Ринатовне была присуждена Медаль Российской академии наук по итогам конкурса 2023 года за работу



Награждение молодых учёных в Академии наук Республики Татарстан.

“Синтез, супрамолекулярная организация в кристаллической фазе и противоопухолевая активность 2-арилметилиденовых производных тиазоло[3,2-а]пиримидина”, выполненную под руководством члена-корреспондента РАН Игоря Сергеевича Антипина.

На XXXVI Симпозиуме “Современная химическая физика”, состоявшемся в сентябре 2024 года, кандидат химических наук, младший научный сотрудник лабора-

тории Высокоорганизованных сред Васильева Лейсан Альбертовна стала лауреатом премии имени Бориса Рувимовича Шуба. Доктор химических наук, профессор Федерального исследовательского центра “Институт химической им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук” Борис Рувимович Шуб – выдающийся учёный, он посвятил свою жизнь исследованиям в области химической физики поверхности и оставил яркий след в науке.



Ахмадеев Булат Салаватович – лауреат Казанской премии имени Е. К. Завойского.



Васильева Лейсан Альбертовна – лауреат Премии имени Бориса Рувимовича Шуба.



Церемония вручения наград победителям Конкурса “Казанская премия им. А. Е. и Б. А. Арбузовых для молодых учёных” 2024 года.

Ахмадеев Булат Салаватович в 2024 году стал лауреатом II степени Конкурса на соискание Казанской премии имени Е. К. Завойского среди молодых учёных, а также победителем конкурса на присуждение республиканских научных премий для поддержки молодых учёных Республики Татарстан.

24 декабря 2024 года, в зале молодёжного подросткового клуба “Яратам” состоялось вручение Казанской премии им. А. Е. и Б. А. Арбузовых за выдающиеся исследования в области фундаментальной и прикладной химии. Конкурс на соискание премии имени Арбузовых среди молодых учёных г. Казани проводится в целях привлечения талантливой молодёжи к исследованиям в области фундаментальной и прикладной химии.

Обладателем диплома II степени Казанской премии им. А. Е. и Б. А. Арбузовых стала Васильева Эльмира Альбертовна, старший научный сотрудник лаборатории Высокоорганизованных сред с работой “Разработка липидных наноносителей, декорированных хитозаном, для оксимной терапии острого отравления фосфорорганическими соединениями”; а Насибуллин Игорь Олегович, старший научный сотрудник лаборатории Фосфорорганических лигандов с темой “Искусственные металлоферменты на основе альбумина и катализатора Граббса: применение в противоопухолевой терапии” получил диплом III степени. В число финалистов конкурса попали молодые сотрудники ИОФХ: Насретдинова Гульназ Рашитовна – научный сотрудник лаборатории Электрохимического синтеза и Ризбаева Танзиля Салиховна – младший научный сотрудник лаборатории Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика.

В церемонии награждения приняли участие председатель Республиканского химического общества им. Д. И. Менделеева Республики Татарстан, член-корреспондент РАН Владимир Фёдорович Миронов, а также представители Комитета по делам детей и молодёжи Исполнительного комитета г. Казани.

Молодые учёные нашего Института не только публикуются и участвуют во Всероссийских и Международных конкурсах и конференциях, но и активно пишут крупные проекты и получают поддержку научных фондов.

Так в июле 2024 года грантовую поддержку Российского научного фонда в 2024 году по итогам конкурса проектов Президентской программы исследовательских проектов “Проведение исследований научными группами под руководством молодых учёных” и “Проведение инициативных исследований молодыми учёными”, получили следующие молодые учёные ИОФХ им. А. Е. Арбузова:

- Грант 24-75-10086, Зуева Ирина Владимировна, проект “Активация холинэстераз β -амилоидным пептидом: неучтённый фактор в патогенезе болезни Альцгеймера”;
- Грант 24-73-00022, Кузнецова Дарья Александровна, проект “Супрамолекулярные системы на основе амфифильных соединений с бензимидазольевыми группами: самоорганизация и комплексообразование с биополианионами”;
- Грант 24-73-00084, Левицкая Алина Ибрагимовна, проект “Дизайн электрооптических аморфных материалов на основе азохромофоров различного строения с использованием атомистического моделирования и квантово-химических расчётов”.



Доклад на Итоговой конференции ФИЦ КазНЦ РАН делает к.х.н. Загидуллин Алмаз Анварович.



Докладывает к.х.н. Игорь Дмитриевич Стрельник.

В 2024 году Приказом директора ФИЦ КазНЦ РАН на базе ИОФХ им. А. Е. Арбузова в рамках национального проекта “Наука и университеты” была создана ещё одна молодёжная лаборатория – лаборатория Элементорганических соединений и полимеров, которую возглавил кандидат химических наук Загидуллин Алмаз Анварович. Большую часть коллектива лаборатории составляют молодые исследователи в возрасте до 39 лет. В составе лаборатории – аспиранты, инженеры-исследователи, научные сотрудники, студенты последних курсов обучения и выпускники вузов. Ключевые результаты деятельности лаборатории нацелены на быстрый переход результатов исследований в стадию практического применения в соответствии с приоритетными направлениями российской экономики.

Следующие молодые учёные ИОФХ им. А. Е. Арбузова в 2024 году стали победителями Конкурса Академии наук Республики Татарстан на предоставление грантов молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации:

- Богданов Андрей Владимирович, тема “Реакции производных изатина с *P*- и *N*-нуклеофилами – путь к синтезу новых фото- и биологически активных аза-гетероциклических систем”, специальность 1.4.3. Органическая химия
- Герасимова Татьяна Павловна, тема “Установление электронной и пространственной структуры гетероциклических соединений и их комплексов с *Fe*(II), *Ni*(II), *Co*(II) и *Cu*(I) методами оптической спектроскопии и квантовой химии для дизайна pH- и температурно-чувствительных систем”, специальность 1.4.4. Физическая химия

- Заиров Рустем Равилевич, тема “Разработка полиэлектролитных лантаноидных коллоидных частиц для биомедицинских и биоаналитических целей”, специальность 1.4.4. Физическая химия
- Кашапов Руслан Равилевич, тема “Супрамолекулярные структуры на основе продуктов самосборки каликс[4]резорцинов в присутствии амфифильных молекул”, специальность 1.4.4. Физическая химия
- Насретдинова Гульназ Рашитовна, тема “Медиаторный электрохимический синтез наночастиц металлов и их нанокомпозитов в растворе”, специальность 1.4.4. Физическая химия
- Смолобочкин Андрей Владимирович, тема “Химия *N*-функционализированных аминокислот: синтез азотсодержащих гетероциклических соединений, производных диарилметана и дибензоксанта”, специальность 1.4.3. Органическая химия
- Стрельник Игорь Дмитриевич, тема “Люминесцентные комплексы среднециклических лигандов аминоксимилфосфинового ряда с металлами II группы”, специальность 1.4.8. Химия элементоорганических соединений
- Хризанфоров Михаил Николаевич, тема “Электрохимические и электрокаталитические свойства фосфорсодержащих ферроценовых систем”, специальность 1.4.4. Физическая химия

Победителями Конкурса по приоритетному направлению деятельности Российского научного фонда “Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами” стали молодые учёные нашего Института:



Участники IV Конгресса молодых учёных в Университете "Сириус".

Слева направо: Михаил Хризанфоров, Эльмира Васильева, Алексей Алексеевич Калачёв, Дарья Кузнецова, Денис Кузнецов.

"Сириус". Молодые учёные ИОФХ – участники XXII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Слева направо: к.х.н. Б. С. Ахмадеев, к.х.н. Э. А. Васильева, к.х.н. Ю. С. Разуваева.

- Грант 25-23-00324, Файзуллин Роберт Рустемович, проект "Эволюция полей электронных сил от молекулы через супрамолекулярные ассоциаты к молекулярному кристаллу";
- Грант 25-23-00404, Нефёдова Анна Александровна, проект "[3+2]-Циклоприсоединение 2-арилметиленовых производных тиазоло[3,2-а]пиримидина с азометинидами как ключевая концепция синтеза полиспиротсочлененных гетероциклических структур";
- Грант 25-23-00591, Герасимова Дарья Павловна, проект "Хиральные кристаллы рацемического состава как потенциальная стартовая платформа для получения новых функциональных материалов".

В октябре и ноябре 2024 года молодые учёные ИОФХ им. А. Е. Арбузова приняли участие в двух масштабных научных форумах – XXII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии и IV Конгрессе молодых учёных в Университете "Сириус".

Наши молодые учёные не только участвуют в международных и всероссийских конференциях, но и активно помогают их организовывать. Так, при участии молодёжи нашего Института в 2024 году были организованы три большие конференции: X Международный симпозиум "Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур", II Междисциплинарная всероссийская молодёжная научная школа-конференция с международным участием "Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты" и Кластер конференций по элементоорганической и супрамолекулярной химии "Научные стратегии будущего" (с международным участием).

Помимо научной деятельности молодые учёные также активно принимают участие и в других мероприятиях.

Спорт занимает важное место в жизни научных сотрудников, особенно среди молодёжи. Молодые учёные



Института активно участвуют в различных спортивных мероприятиях, стремясь вести здоровый образ жизни и укреплять командный дух. В 2024 году спортивная активность Института охватывала целый ряд видов спорта – от зимних лыжных гонок до летних чемпионатов.

В 2024 году была проведена Академиада ФИЦ КазНЦ РАН, посвящённая празднованию 300-летия Российской академии наук. Подразделения Института встретились на соревнованиях по волейболу, футболу, настольному теннису, шахматам и лыжным гонкам. 24 января была проведена официальная церемония открытия Академиады. Первыми начались соревнования по волейболу. Они проходили в одном из самых лучших спорткомплексов Казани "Москва", где команда ИОФХ заняла почётное третье место, принеся тем самым два балла в общую копилку. В соревнованиях по футболу подразделение ИОФХ выставило целых две полноценные команды, которые сражались на равных и по итогу заняли второе место в командном зачёте, заработав три очка. Лыжные гонки традиционно проходили на базе "Трамплин", где лыжник ИОФХ Илья Михайлов показал лучшее время на дистанции 6 км среди мужчин, заняв тем самым первое место и заработав два очка. Гостеприимные стены ИОФХ принимали участников



Спортивные достижения молодых учёных Института Арбузова.

Академиада по лыжам.



соревнований Академиады по настольному теннису, на которых третье место среди мужчин и бронзовую медаль заслужил Аскар Азатов. Бронзовым призёром женских соревнований стала Лебедева Эльгина, второе место завоевала Герасимова Татьяна. Тем самым принесла ещё три очка в общую копилку ИОФХ. Соревнования по шахматам проводились впервые, но оказались не менее азартными, а команда ИОФХ заняла второе место, добавив три очка в Академиаде ФИЦ сборной ИОФХ. 26 апреля в конференц-зале ФИЦ КазНЦ проводилось общее собрание по подведению итогов Академиады ФИЦ КазНЦ РАН-2024, на которых ИОФХ занял третье итоговое место в общей таблице, уступив один балл сборной КФТИ и три балла Сборной ФИЦ КазНЦ РАН. На церемонии награждения Г. Т. Осипов вручил дипло-

мы капитанам команд и грамоты следующим игрокам ИОФХ, признанным лучшими в своих командах:

- Волейбол: Шаяхметов Ильнар.
- Мини-футбол: Файзуллин Булат и Кучкаев Айрат.



Академиада по волейболу.



Академиада по футболу.

- Лыжные гонки: Михайлов Илья.
- Настольный теннис: Герасимова Татьяна, Аскарлов Азат.
- Шахматы: Горбачук Елена.

Молодые учёные ИОФХ, не прекращая интенсивных тренировок, уже начали готовиться к Академиаде-2025 с целью завоевать первое место!

С апреля по декабрь 2024 года проходил уже ставший традиционным Чемпионат по настольному теннису им. В. А. Альфонсова среди сотрудников ИОФХ. III

Чемпионат собрал рекордное количество участников! Победителями стали: 1. Шушляев Роман; 2. Шаяхметов Ильнар; 3. Кузнецов Денис. Также прошёл Новогодний турнир ИОФХ по настольному теннису с приглашением сотрудников других подразделений. Победители: 1. Кузнецов Денис; 2. Петров Сергей; 3. Герасимова Татьяна. Помимо этого, регулярно проводились тренировки по футболу и волейболу, что позволило командам поддерживать высокий уровень физической подготовки.



День химика – традиционный праздник на базе отдыха “Голубой залив”.

Спортивная деятельность молодых учёных ИОФХ в 2024 году стала ярким примером того, как наука и спорт могут гармонично сочетаться. Участие в различных видах спорта помогло сотрудникам поддерживать здоровье, развивать сплочённость команд и находить новые источники вдохновения. Лыжные гонки, футбол, волейбол и настольный теннис – все эти виды спорта внесли свой вклад в создание позитивной атмосферы внутри коллектива и способствовали укреплению связей между молодыми учёными. Мы уверены, что в следующем году спортивная программа Института будет ещё более насыщенной и интересной. Ведь спорт – это не просто физическая активность, это возможность объединить людей, создать дружную команду и достичь новых высот!

В сентябре 2024 года прошёл масштабный Праздник науки, посвящённый 300-летию Российской академии наук. Молодые сотрудники Казанского научного центра активно принимали участие в этом праздновании и показывали химические и физические опыты для детей и их родителей. Молодое поколение нашего города с радостью участвовало в викторинах, экспериментах и получало памятные футболки и кепки.

Совет молодых учёных ИОФХ им. А. Е. Арбузова и Объединённый СМУиС ФИЦ КазНЦ РАН активно взаимодействуют как с Советами молодых учёных российских научных организаций, так и Советами молодых учёных соседних дружественных государств. Так, в декабре 2024 года состоялась встреча актива Совета молодых учёных ФИЦ КазНЦ РАН с председателем Совета молодых учёных Национальной академии наук Республики Беларусь С. С. Юрецким. В ходе заседания молодые учёные нашего научного центра познакомились с деятельностью СМУ в



Аспиранты ИОФХ им. А. Е. Арбузова Кожихов Андрей и Габитова Элина демонстрируют химические опыты на Празднике науки 1 сентября 2024 г. в парке “Сосновая роща”.

Беларуси и по итогам общения было принято решение развивать взаимовыгодное сотрудничество.

В 2024 году молодые учёные ИОФХ совместными усилиями отремонтировали одну из секций склада ЛВЖ, обеспечив тем самым безопасные условия работы для всех сотрудников. Также они провели субботник на базе отдыха “Голубой залив”, что позволило остальным сотрудникам прекрасно отдохнуть со своими семьями на берегу Волги!

Превосходным завершением 2024 года стало празднование Нового Года. Торжественный вечер открыл руководитель ИОФХ, член-корреспондент РАН А. А. Карасик, который традиционно подвёл итоги уходящего года и поздравил всех сотрудников с наступающим праздником. Под руководством Анны Нефёдовой и Ирины Даяновой, сотрудники Института подготовили яркий и запоминающийся концерт. Вечер был наполнен радостью и весельем! Зрители тоже проявили активность, принимая участие в конкурсах.

2024 год для молодых учёных ИОФХ им. А. Е. Арбузова был полон значимых событий. Успешное получение грантов, многочисленные публикации, активное участие в научных форумах, конкурсах и проектах, а также организация конференций позволили значительно расширить научные горизонты. Вместе с тем, важным аспектом стало поддержание активного образа жизни через регулярные занятия спортом и культурные мероприятия. Этот год принёс неоценимый опыт и заложил основу для будущих достижений. Пусть в 2025 году стремления к новым вершинам будут подкреплены накопленным опытом и знаниями!

З. Н. Гафуров, Р. Р. Фазлеева



Итоги 2024 года подводит руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, д.х.н., профессор, член-корр. РАН Андрей Анатольевич Карасик.





20 марта 2024 года ФИЦ “Казанский научный центр РАН” принимал делегацию Уфимского федерального исследовательского центра РАН во главе с руководителем УФИЦ РАН В. Б. Мартыненко.

На установочном совещании директор ФИЦ КазНЦ РАН, член-корр. РАН А. А. Калачёв познакомил коллег из Башкирии с научной и научно-организационной дея-

тельностью Казанского научного центра, рассказав о его структуре и приоритетных направлениях исследований и разработок, о созданных в Центре лабораториях мирового уровня, о деятельности Международного научно-инновационного центра нейрoхимии и фармакологии и Коллективном спектроаналитическом центре физико-химических исследований строения, свойств и состава

веществ и материалов, на балансе которого сегодня находится более 50 единиц уникального научного оборудования, а также сообщил о партнёрстве ФИЦ КазНЦ РАН с реальным сектором экономики – с ПАО “Татнефть” в рамках Консорциума “Экология промышленных городов”, с ОАО “РЖД” – в рамках реализации дорожной карты “Квантовые коммуникации” и др.

Говоря о кадровой политике ФИЦ КазНЦ, А. А. Калачёв отметил, что средний возраст научных сотрудников – 44 года, и что



Руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корр. РАН А. А. Карасик встречает гостей из Уфимского федерального исследовательского центра РАН. 20 марта 2024 года.

Экскурсию проводит заведующий молодёжной лабораторией Элементоорганических соединений и полимеров ИОФХ им. А. Е. Арбузова к.х.н. А. А. Загидуллин.





А. А. Калачёв и В. Б. Мартыненко. Соглашение о сотрудничестве между Федеральным исследовательским центром «Казанский научный центр РАН» и Уфимским федеральным исследовательским центром РАН подписано.

в ФИЦ КазНЦ РАН в рамках национального проекта «Наука и университеты» организовано десять молодёжных лабораторий, в числе которых четыре подразделения химического профиля – лаборатория Физико-химии молекулярных систем (зав. к.х.н. Д. Н. Борисов), лаборатория Растительного сырья для экологически чистого агрохозяйства (зав. к.х.н. Е. Н. Никитин), лаборатория Физико-химической экологии (зав. к.х.н. И. Р. Низамев), лаборатория Элементоорганических соединений и полимеров (зав. к.х.н. А. А. Загидуллин), действующих на базе ИОФХ им. А. Е. Арбузова.

Гости посетили несколько научных подразделений ФИЦ КазНЦ РАН, включая ИОФХ им. А. Е. Арбузова и действующий на его базе Международный научно-инновационный Центр нейрoхимии и фармакологии.

По итогам встречи были определены области будущих совместных исследований: химическая физика и малотоннажная химия, генетика и сельское хозяйство, экология и микробиология, электроника и микроэлектроника, и руководители двух крупнейших академических структур региона – ФИЦ КазНЦ РАН и УФИЦ РАН, подписали Соглашение о сотрудничестве.

17 апреля 2024 года ИОФХ им. А. Е. Арбузова посетила делегация из Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна) в лице директора лаборатории Нейтронной физики им. И. М. Франка ОИЯИ, д.ф.-м.н., член-корр. РАН Александра Владиславовича Белушкина; с.н.с. лаборатории Нейтронной физики ОИЯИ, к.ф.-м.н. Юлии Евгеньевны Горшковой; директора лаборатории Радиационной биологии, д.ф.-м.н, Александра Николаевича Бугая; научного руководителя лаборатории Информационных технологий им. М. Г. Мещерякова ОИЯИ, д.т.н., профессора Владимира Васильевича Коренькова.

28 июня 2024 года состоялось заседание Совета ректоров вузов Республики Татарстан в ИОФХ им. А. Е. Арбузова. Открывая заседание, директор ФИЦ КазНЦ РАН, член-корр. РАН Алексей Алексеевич Калачёв, поприветствовав всех собравшихся, отметил, что знакомство ректорского корпуса республики с подразделениями Казанского научного центра было решено начать с Института Арбузова – самого крупного подразделения Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр РАН».

В программе заседания:

1. Сообщение руководителя ИОФХ им. А. Е. Арбузова, члена-корреспондента РАН А. А. Карасика о научно-организационной деятельности Института Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН.
2. Экскурсии по лабораториям Института.
3. Обсуждение и подведение итогов.



Международный научно-инновационный Центр нейрoхимии и фармакологии. Гостей из Объединённого института ядерных исследований с деятельностью Центра знакомит его руководитель, к.б.н. К. А. Петров.



Доклад руководителя ИОФХ им. А. Е. Арбузова А. А. Карасика.

Заседание Совета ректоров вузов Республики Татарстан в большом конференц-зале ИОФХ им. А. Е. Арбузова. 28 июня 2024 года.



Руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова Андрей Анатольевич Карасик представил членам Совета презентацию и рассказал об основных направлениях исследований ИОФХ им. А. Е. Арбузова, в первую очередь, в области химии фосфора – бренда ИОФХ; о кадровом потенциале Института, подчеркнув, что почти 45% научных сотрудников составляют молодые учёные; о деятельности трёх лабораторий международного уровня – лаборатории Электрохимического синтеза, лаборатории Высокоорганизованных сред, и междисциплинарной лаборатории Редокс-активных молекулярных систем, недавно созданной под руководством профессора И. В. Алабугина из США; о четырёх молодёжных лабораториях, созданных в рамках Национального проекта “Наука и университеты”; о воссозданном в 2014 году в рамках гранта РФФИ Международном научно-инновационном Центре нейробиологии и фармакологии; о Центре коллективного пользования, где все лаборатории в равной мере имеют возможность проводить необходимые измерения; о наработке в Технологической лаборатории субстанций оригинальных лекарственных препаратов, разработанных в ИОФХ, для АО “Татхимфармпрепараты”; о биотехнологических проектах с ПАО “Татнефть”; о высоком уровне публикационной активности – показателе заинтересованности российских и зарубежных учёных в результатах исследований Института Арбузова; об организации на регулярной основе научных мероприятий.

В завершение своего выступления А. А. Карасик пригласил коллег принять участие в двух предстоящих научных форумах – II Междисциплинарной всероссийской молодёжной школе-конференции с международным участием “Молекулярный дизайн биологически активных веществ” (16–20 сентября 2024 года) и кластере конференций по элементоорганической и супрамолекулярной химии “Научные стратегии будущего” (28 октября–1 ноября 2024 года).

Далее последовала экскурсионная программа. Для знакомства с лабораториями ИОФХ было организовано три потока, в качестве экскурсоводов выступили руководитель ИОФХ д.х.н., профессор, член-корр. РАН Андрей Анатольевич Карасик, заместитель руководителя по научной работе, д.х.н. Айрат Раисович Хаматгалимов, заведующий лабораторией Металлоорганических и координационных соединений, д.х.н., профессор РАН Дмитрий Григорьевич Яхваров.

Гости посетили ключевые подразделения Института, включая Международный научно-инновационный Центр нейробиологии и фармакологии (рук. к.б.н. Константин Александрович Петров), Коллективный спектро-аналитический Центр изучения строения, состава и свойств веществ и материалов (рук. к.х.н. Ильдар Хамидович Ризванов), Технологическую лабораторию (рук. д.х.н., доцент Василий Анатольевич Милуков), лаборатории международного уровня, молодёжные лаборатории и другие подразделения ИОФХ.



Подводя итоги встречи, члены Совета ректоров вузов Республики Татарстан высоко оценили научную и научно-организационную работу Института Арбузова, отдельно отметив молодёжную политику этого важного структурного звена Федерального исследовательского центра “Казанский научный центр РАН”, и поддержали предложение о дальнейшем сотрудничестве в направлении подготовки высококвалифицированных кадров для развития фундаментальной и прикладной отечественной науки в соответствии с новой Стратегией научно-технологического развития России.

5 декабря 2024 года в ИОФХ состоялась встреча актива Совета молодых учёных ФИЦ КазНЦ РАН с председателем СМУ Национальной академии наук Республики Беларусь С. С. Юрецким. В ходе заседания молодые учё-

ные Казанского научного центра РАН познакомили гостя с основными научными направлениями ФИЦ КазНЦ РАН, поделились опытом по созданию молодёжных лабораторий, рассказали о грантовой поддержке молодых учёных. В свою очередь, С. С. Юрецкий рассказал о деятельности Совета молодых учёных НАН РБ и основных направлениях их работы, поделился методами привлечения в науку молодёжи, один из которых – поощрение наиболее успешных молодых специалистов, и способами закрепления и саморазвития в науке. По итогам общения было принято решение развивать взаимовыгодное сотрудничество с коллегами из Союзного государства. Напомним, что Республика Беларусь и Российская Федерация являются государствами – участниками Договора о создании Союзного государства от 8 декабря 1999 года.

Малый конференц-зал
ИОФХ им. А. Е. Арбузова.
Слева направо: Б. С. Ахмаде-
ев (ИОФХ), И. Д. Стрельник
(ИОФХ), С. С. Юрецкий (Бела-
русь), А. В. Богданов (ИОФХ),
Р. Р. Гарипов (КФТИ), А. А. Ка-
машев (КФТИ), З. Н. Гафуров
(ИОФХ).



И другие гости Института

О гостях Института – участниках трёх конференций (российских и международных), организатором которых выступил ИОФХ им. А. Е. Арбузова, чтобы избежать повторов, мы расскажем читателям в разделе “Конференции”.

Кроме того, в 2024 году в ИОФХ им. А. Е. Арбузова приезжали представители компаний с презентациями своего оборудования, с лекциями о научных достижениях выступали ведущие российские и зарубежные учёные. Этот обмен опытом, обмен знаниями давно стал доброй традицией нашего Института.

19 марта 2024 г. в конференц-зале ИОФХ на научном семинаре “Органическая и медицинская химия, нефтехимия, экология” доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Академии наук РТ, декан медико-биологического факультета Казанского государственного медицинского университета, заведующий кафедрой общей патологии Сергей Васильевич Бойчук прочитал лекцию на тему: “Перспективные подходы для преодоления устойчивости злокачественных опухолей к химио- и таргетным препаратам”.

Рассчитывая на сотрудничество с крупнейшим академическим звеном химического профиля Поволжья и для лучшего понимания того, какие структуры учёные ИОФХ

могли бы предложить для исследований и совместных работ, профессор С. В. Бойчук представил материалы, демонстрирующие современные препараты со структурными формулами и их сайты связывания с белками.

27 марта 2024 г. в конференц-зале Института состоялась лекция профессора Южно-Китайского технологического университета (г. Гуанчжоу) Xiognwu Kang на тему: “*Rational design and controlled synthesis of nanomaterials towards electrocatalysis of water splitting and CO₂ reduction*” – “Рациональный дизайн и контролируемый синтез наноматериалов для электрокатализа, расщепления воды и сокращения выбросов CO₂”.

Профессор Kang получил степень бакалавра в Китайском университете науки и технологии в 2007 году и степень доктора философии в области химии в Калифорнийском университете в 2012 году. В настоящее время он специализируется на синтезе и разработке функциональных наноматериалов для их применения в электрокаталитическом восстановлении углекислого газа, расщеплении воды и электрокатализе с использованием плазмонов.

20 июня 2024 г. с лекцией на тему: “Синтетические и природные петропорфирины в тонких плёнках: структура, оптические и фотоэлектрические свойства” в конференц-зале ИОФХ выступил кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Отдела технологии на-

ноструктур и приборов Института физики микроструктур РАН (г. Нижний Новгород) Георгий Львович Пахомов.

25 сентября 2024 г. состоялся визит представителей компании ООО “ТехнолюксПлюс” – поставщика из Минска.

На встрече с руководством Института и сотрудниками, Компания предложила:

1. Эталонные химические материалы:

Предлагаем сертифицированные стандартные образцы соответствующие требованиям ISO-17025 и ISO-17034. В нашем предложении более 11 тысяч образцов (стандарты USP, EP, LGC, TLC, EDQM, Carl Roth, Dr.Ehrenstorfer, Glentham, Merck (в том числе Sigma-Aldrich, PHR Supelco), TRC, HPC, CPChem и другие). Кроме непосредственно стандартов мы привозим реактивы, среды и другие химические материалы. Все наши стандартные сроки поставки укладываются в 60–90 дней.

2. Лабораторные фильтры:

Мы являемся производителями лабораторных шприцевых и мембранных фильтров бренда TechadvanceLab. Завод прошёл сертификацию ISO9001, CE, FDA и NSF. Предлагаем самую широкую линейку мембранных и шприцевых фильтров: любой материал, диаметр, размер пор, стерильность, цвет, сетка.

Много фарм- и испытательных лабораторий успешно перешли на наши фильтры с брендов Сартorius/Миллипор с сохранением надлежащего качества фильтрации и значительной коммерческой выгодой. Доставка из Минска 5–7 дней, при заказе крупной партии с завода до 60 дней.

3. Запчасти для хроматографов:

Оперативно привозим хроматографические колонки, предколонки и другие расходники для систем Agilent, Waters, YMC, Phenomenex и др.

4. Лабораторные расходники:

Обеспечим ваши лаборатории высококачественными пластиковыми расходниками: наконечниками автоматических пипеток (с фильтром и без), пробоотборниками, серологическими пипетками, пробирками Эппендорфа, планшетами и другим широким ассортиментом лабораторных расходников.

Вся продукция имеет сертификаты на апиrogenность, отсутствие ДНКаз, РНКаз, и другие документы подтверждающие высокое качество. Вials могут быть со вставками и выполнены как из пластика, так из боросиликатного прозрачного стекла или стекла тёмного цвета.

Записала Т. Д. Кешнер

Публикации сотрудников ИОФХ в 2024 году

Монографии и главы в монографиях

1. Terenzhev D., Belov T., Menshova A., Tutuchkina V., Gatiyatullina A., Khakimova D., Egorova A., Shagidulin R., Kalinnikova T. *The chemical composition and nematocidal activity of tagetes patula (l., 1753) extracts in experiments with soil nematodes caenorhabditis elegans (maupas, 1900) caenorhabditis briggsae (briggs, 1946) // in Benefits and Uses of Plant Extracts, 2024. – 310 p. ISBN: 979-8-89113-912-1. – P. 243-263. DOI 10.52305/LYVM5867*
2. Антипин И.С., Бочкова О.Д., Овсянников А.С. и др. *Очерки о научной жизни академика А. И. Коновалова. Монография / – Казань: ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, 2024. – 246 с.*
3. Сияяшин О.Г., Алабугин И.В., Бурилов А.Р. и др. *Редокс-активные молекулярные системы в создании эффективных противоопухолевых препаратов. Монография / – Казань: ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, 2024. – 108 с.*
3. Bochkova O., Stepanov A., Bebyakina A., Smekalov D., Kholin K., Nizameev I., Romashchenko A., Zavjalov E., Lubina A., Voloshina A., Tyapkina O., Tarasov M., Sultanov T., Römmeli M., Salnikov V., Budnikova Y., Mustafina A. *Factors controlling the organ-specific T1 contrast effect of silica nanoparticles co-doped with both Mn²⁺ ions and oleate-coated iron oxides // Journal of Alloys and Compounds. – 2024. – Vol. 1008. – Art. No. 176581. doi 10.1016/j.jallcom.2024.176581*
4. Chuprin A.S., Vologzhanina A.V., Dorovatovskii P.V., Budnikova Y.H., Khrizanforova V.V., Bogomyakov A.S., Fedin M.V., Novikov V.V., Voloshin Y.Z. *Stabilization of a given type of 3d-metal-centered cage complexes via encapsulation and/or hydrogen abstraction // Inorg. Chem. Comm. – 2024. – Vol. 164. – Art. No. 112395. doi 10.1016/j.inoche.2024.112395*
5. Galimova M.F., Zueva E.M., Petrova M.M., Dobrynin A.B., Kolesnikov I.E., Musina E.I., Musin R.R., Karasik A.A., Sinyashin O.G. *Design of luminescent complexes with different Cu₄I₄ cores based on pyridyl phenoxarsines // Dalton Trans. – 2024. – Vol. 53. – P. 1087-1098. doi 10.1039/D3DT03273F*

Статьи в периодических научных изданиях

Госзадание (руководитель Карасик А.А.)

Q1

1. Akhmadeev B., Retyunskaya O., Islamova L., Fazleeva G., Kalinin A., Katsyuba S., Elistratova J., Sinyashin O., Mustafina A. *Biomimetic nanoplatfoms constructed from dialkylaminostyryl hetarene dyes and phospholipids exhibiting selective fluorescent response to specific proteins // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 2024. – Vol. 241. – Art. No. 114046. doi 10.1016/j.colsurfb.2024.114046*
2. Bahri J., Deolka S., Vardhanapu P.K., Khaskin E., Govindarajan R., Fayzullin R.R., Vasylevskiy S., Khusnutdinova J.R. *Photoinduced carbon–heteroatom cross-coupling catalyzed by nickel naphthyridine complexes mechanophores // ChemCatChem. – 2024. – Vol. 15, No. 24. – Art. No. e202301142. doi 10.1002/cctc.202301142*
3. Gavrilo T., Deeva Y., Uporova A., Chupakhina T., Yatsyk I., Rogov A., Cherosov M., Batulin R., Khrizanforov M., Khantimerov S. *Li₃V₂(PO₄)₃ cathode material: Synthesis method, high lithium diffusion coefficient and magnetic inhomogeneity // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25, Is. 5. – Art. No. 2884. doi 10.3390/ijms25052884*
4. Govindarajan R., Vardhanapu P.K., Fayzullin R.R., Khaskin E., Khusnutdinova J.R. *Facile methyl group transfer from Pt(II) to gallium and indium // Chem. Commun. – 2024. – Vol. 60, No. 56. – P. 7216–7219. doi 10.1039/D4CC02112F*
5. Gridneva T., Karimata A., Bansal R., Fayzullin R.R., Vasylevskiy S., Bruhacs A., Khusnutdinova J.R. *Deep-red photoluminescent mechanoresponsive polymers with dynamic CuI-arylamide mechanophores // Chem. Commun. – 2024. – Vol. 60, No. 2. – P. 212–215. doi 10.1039/D3CC04643E*

9. Kagilev A.A., Gafurov Z.N., Sakhapov I.F., Morozov V.I., Kantyukov A.O., Zaripov R.B., Zueva E.M., Mikhailov I.K., Dobrynin A.B., Kulikova V.A., Kirkina V.A., Gutsul E.I., Shubina E.S., Belkova N.V., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. *Electrochemical generation and in situ EPR-and UV-vis-observation of aminyl-radical diarylamido/bis (phosphine) pincer complexes of Ni, Pd and Pt* // J. Electroanal. Chem. – 2024. – Vol. 956. – Art. No. 118084. doi 10.1016/j.jelechem.2024.118084
 10. Kalinin A.A., Shustikov A.A., Islamova L.N., Levitskaya A.I., Petrov D.N., Fazleeva G.M., Valieva A.A., Sharipova A.V., Simanchuk A.E., Dobrynin A.B., Gubaidullin A.T., Shmelev A.G., Babaeva O.B., Vakhonina T.A., Khamatgalimov A.R., Mikerin S.L., Balakina M.Yu. *D-π-A chromophores based on novel macroacceptors – fused (azinylmethylene) malononitriles: Linear and nonlinear optical properties in solution and in poled polymer films* // Dyes Pigm. – 2024. – Vol. 227. – Art. No. 112184. doi 10.1016/j.dyepig.2024.112184
 11. Kartashov S.V., Fedonin A.P., Fayzullin R.R. *Exploring interatomic electron transfer and metal–ligand binding mechanism in trimethylenemethane iron tricarbonyl: insights from potentials per electron and corresponding force density fields* // Inorg. Chem. – 2024. – Vol. 63, Is. 46. – P. 21994-22008. doi 10.1021/acs.inorgchem.4c03384
 12. Kashapov R., Razuvaeva Y., Fedorova E., Zakharova L. *The role of macrocycles in supramolecular assembly with polymers* // Soft Matter. – 2024. – Vol. 20. – P. 8549-8560. doi 10.1039/D4SM01053A
 13. Kashapov R., Zakharova L. *Introduction to special issue “The Self-Assembly and Design of Polyfunctional Nanosystems 3.0.”* // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25. – Art. No. 10966. doi 10.3390/ijms252010966
 14. Khrizanforov M., Akhmadeev B., Milyukova P., Mustafina A., Zinnatullin A., Khannanov A., Nazmutdinov R., Brylev K., Shao Q., Zairov R. *Can Re cluster complexes be an efficient catalyst for hydrogen evolution reaction? Insights from experiments and computations* // Dalton Trans. – 2024. – Vol. 53. – P. 8417-8428. doi 10.1039/d4dt00144c
 15. Khrizanforov M.N., Zagidullin A.A., Shekurov R.P., Akhmatkhanova F.F., Bezkishko I.A., Ermolaev V.V., Miluykov V.A. *Inorganic and organometallic polymers as energy storage materials and enhancing their efficiency* // Comments on Inorganic Chemistry – 2024. – Vol. 44, Is. 2. – P. 98-142. doi 10.1080/02603594.2023.2220295
 16. Kuznetsova D.A., Vasileva E.A., Kuznetsov D.M., Strobyskina I.Yu., Amerhanova S.K., Voloshina A.D., Nizameev I.R., Kataev V.E., Zakharova L.Ya. *Self-assembly and functional activity of amphiphilic conjugates of the diterpenoid isosteviol and triphenylphosphonium cation, with focusing on biotechnological potential* // Colloids Surf., A. – 2024. – Vol. 697. – Art. No. 134505. doi 10.1016/j.colsurfa.2024.134505
 17. Limarev I.P., Belova S.A., Vologzhanina A.V., Dorovatovskii P.V., Budnikova Y.H., Khrizanforova V.V., Sterligov G.K., Grigoriev S.A., Kottsov S.Yu., Teplonogova M.A., Ivanov V.K., Dedova A.G., Voloshin Y.Z. *In a search of the single-atom electrocatalysts for hydrogen production: the first sulfur-free mono- and diphenanthrenyl-terminated iron and cobalt(II) clathrochelates versus their thioanalogs* // Process Safety and Environmental Protect. – 2024. – Vol. 192. – P. 285-299. doi 10.1016/j.psep.2024.10.030
 18. Luo Y., Yang J., Qin J., Miao K., Xiang D., Kuchkaev A., Yakhvarov D., Hu C., Kang X. *Cobalt phthalocyanine promoted copper catalysts toward enhanced electro reduction of CO₂ to C₂: Synergistic catalysis or tandem catalysis?* // J. Energy Chem. – 2024. – Vol. 92. – P. 499-507. doi 10.1016/j.jechem.2024.01.008
 19. Razuvaeva Y., Kashapov R., Ziganshina A., Kashapova N., Salnikov V., Zakharova L. *A Supramolecular assembly of sulfobutyl ether-β-cyclodextrin and viologen calix[4]resorcinol as the master key to sustainable and eco-friendly catalyst for paraoxon hydrolysis* // Carbohydrate Polymers. – 2024. – Vol. 334. – Art. No. 121984. doi 10.1016/j.carbpol.2024.121984
- Q2
20. Belova S., Dudkin S., Belov A., Danshina A., Dorovatovskii P., Budnikova Y., Khrizanforova V., Bratskaya S., Balatskiy D., Voloshin Y. *Synthesis, structure and spectroelectrochemistry of hybrid metal(IV)phthalocyaninato-capped 3d-metal pyrazoloximates as prospective precursors of stimuli-induced (responsive) single-molecule magnets, logic gates and qubits* // New J. Chem. – 2024. – Vol. 48. – P. 17831-17848. doi 10.1039/D4NJ02908A
 21. Bochkova O., Fedorenko S., Mikhailov A., Kostin G., Mikhailov M., Sokolov M., Elistratova J., Kholin K., Tarasov M., Budnikova Y., Sibgatullina G., Samigullin D., Nizameev I., Salnikov V., Yakovlev I., Rozhentsova D., Lyubina A., Amerhanova S., Voloshina A., Gerasimova T., Mustafina A. *Dark cytotoxicity beyond photo-induced one of silica nanoparticles incorporated with RuII nitrosyl complexes and luminescent {Mo₆I₈} cluster units* // Journal of Photochemistry & Photobiology. A: Chemistry. – 2024. – Vol. 446. – Art. No. 115147. doi 10.1016/j.jphotochem.2023.115147
 22. Enikeeva K.R., Litvinov I.A., Islamov D.R., Kolesnikov I.E., Khrizanforova V.V., Budnikova Yu.H., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Musina E.I., Karasik A.A. *Manganese(II) complexes based on pyridyl- and quinolyl-containing dialkylphosphine oxides* // Inorg. Chim. Acta. – 2024. – Vol. 571, No. 12. – Art. No. 122211. doi 10.1016/j.ica.2024.122211
 23. Gerasimova D.P., Fayzullin R.R., Andreeva O.V., Lodochnikova O.A. *Exploring two distinct crystallization pathways of pyridinoyl-hydrazone derivatives of isosteviol: true and pseudosymmetric homochiral motifs* // Struct. Chem. – 2024. – Vol. 35, No. 3. – P. 1003-1019. doi 10.1007/s11224-024-02287-4
 24. Gerasimova T.P., Zagidullin A.A., Nikolaeva A.N., Fayzullin R.R., Saitova A.M., Miluykov V.A., Grimme S., Katsyuba S.A. *Structural flexibility of favipiravir and its structural analogues in solutions: experimental*

- and computational insight // *Org. Biomol. Chem.* – 2024. – Vol. 22, Is. 18. – P. 3668–3683. doi 10.1039/D4OB00404C
25. Gilmullina Z.R., Morozova J.E., Syakaev V.V., Voloshina A.D., Lyubina A.P., Sapunova A.S., Shalaeva Y.V., Ziganshina A.Yu., Antipin I.S. *Supramolecular approach to obtain folate-functionalized nanoassociates* // *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Asp.* – 2024. – Vol. 702, Part 1. – Art. No. 135060. doi 10.1016/j.colsurfa.2024.135060
 26. Håheim K.S., Deolka S., Fayzullin R.R., Lund B.A., Khaskin E., Sydnies M.O. *2-Pyridinyl/quinolyl-phenylamino-quinoline complexes with CF₃ and C₂F₅ ligated Ni* // *Eur. J. Inorg. Chem.* – 2024. – Vol. 27, No. 25. – Art. No. e202400207. doi 10.1002/ejic.202400207
 27. Kartashov S.V., Fedonin A.P., Fayzullin R.R. *Electronic force density fields: insights into partial bonds, transition states, and chemical structure evolution* // *J. Phys. Chem. A*. – 2024. – Vol. 128, No. 35. – P. 7471–7488. doi 10.1021/acs.jpca.4c03699
 28. Kartashov S.V., Saifina A.F., Fayzullin R.R. *Toward the chemical structure of diborane: electronic force density fields, effective electronegativity, and internuclear turning surface properties* // *J. Phys. Chem. A*. – 2024. – Vol. 128, No. 34. – P. 7284–7297. doi 10.1021/acs.jpca.4c03492
 29. Katsyuba S.A., Grimme S. *Structure and intermolecular interactions in ionic liquid 1-ethyl-3-methylimidazolium bromide and its aqueous solutions investigated by vibrational spectroscopy and quantum chemical computations* // *J. Comp. Chem.* – 2024. – Vol. 45, Is. 32. – P. 2719–2726. doi 10.1002/jcc.27472
 30. Moradi H., Govindarajan R., Nguyen H.G., Deolka S., Dinh H.M., Khaskin E., Fayzullin R.R., Vasylevskiy S., Khusnutdinova J.R. *Synthesis and aerobic oxidation of perfluoroalkyl d10 metal complexes supported by 2,7-dimethyl-1,8-naphthyridine* // *Eur. J. Inorg. Chem.* – 2024. – Vol. 27, No. 23. – Art. No. e202400257. doi 10.1002/ejic.202400257
 31. Trofimova O.Y., Ershova I.V., Maleeva A.V., Cherkasov A.V., Khrizanforov M.N., Kovalenko K.A., Bogomyakov A.S., Piskunov A.V. *Synthesis and properties of manganese(II) and nickel(II) 1-D coordination polymers based on 2,5-di-hydroxy-3,6-di-tert-butyl-para-quinone* // *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. – 2024. – P. 1–9. doi 10.1007/s10904-024-03013-7
 32. Vasilieva E.A., Kuznetsov D.M., Kuznetsova D.A., Nizameev I.R., Voloshina A.D., Lyubina A.P., Zakharova L.Ya. *Effect of strong and weak polyelectrolytes on the properties of cationic surfactant with triallyl ammonium head group: Self-assembly and biological assessment* // *Materials Chemistry and Physics*. – 2024. – Vol. 320. – Art. No. 129441. doi 10.1016/j.matchemphys.2024.129441
 33. Zagidullin A.A., Ganushevich Y.S., Korchagin D.V., Lonnecke P., Hey-Hawkins E., Miluykov V.A. *Synthesis of P,P-bidentate caged phosphines via tungsten pentacarbonyl-promoted cycloaddition reactions of 1-alkyl-1,2-diphospholes* // *New Journal of Chemistry*. – 2024. – Vol. 48. – P. 6848–6856. doi 10.1039/D3NJ05665A
- Q3
34. Agarkov A.S., Mingazhetdinova D.O., Nefedova A.A., Gabitova E.R., Ovsyannikov A.S., Litvinov I.A., Islamov D.R., Dorovatovskii P.V., Solovieva S.E., Antipin I.S. *Structure-forming non-covalent bonding of new 2-(4-carboxyphenylhydrazinylidene)[1,3]thiazolo[3,2-a]pyrimidines in the crystalline phase* // *Russian Chemical Bulletin*. – 2024. – Vol. 73, No. 8. – P. 2350–2369. doi 10.1007/s11172-024-4359-7
 35. Akhmetova V.R., Akhmadiev N.S., Gubaidullin A.T., Samigullina A.I., Glazyrin A.B., Sadykov R.A., Ishmetova D.V., Vakhitova Y.V. *Novel binuclear copper(II) complexes with sulfanylpyrazole ligands: Synthesis, crystal structure, fungicidal, cytostatic and cytotoxic activity* // *Metallomics* – 2024. – Vol. 16, No. 6. – June 2024, mfae024. doi 10.1093/mtomcs/mfae024
 36. Bezkishko I.A., Zagidullin A.A., Fayzullin R.R., Samorodnova A.P., Khrizanforov M.N., Zinnatullin A.L., Vagizov F.G., Miluykov V.A. *New heteroleptic 3,4,5-tris(p-fluorophenyl)-1,2-diphosphaferrocene: synthesis, electrochemical properties, and Mössbauer spectroscopy* // *Russian Chemical Bulletin*. – 2024. – Vol. 73. – P. 2099–2104. doi 10.1007/s11172-024-4329-0
 37. Budnikova Y.H., Dolengovski E.L., Tarasov M.V., Gryaznova T.V. *Electrochemistry in organics: a powerful tool for “green” synthesis* // *J. Solid State Electrochem.* – 2024. – Vol. 28, Is. 3–4. – P. 659–676. doi 10.1007/s10008-023-05507-9
 38. Dovzhenko A.A., Betina A.A., Bulatova T.S., Bogachev N.A., Nikiforov V.G., Voloshina A.D., Zairov R.R., Mustafina A.R., Mereshchenko A.S., Akhmadeev B.S. *Dual contrasting ability of NaGd_{0.7}Eu_{0.3}F₄ nanocrystals tuned by their hydrophilic coating mode* // *Mendelev Comm.* – 2024. – Vol. 34. – P. 637–639. doi 10.1016/j.mencom.2024.09.004
 39. Fazleeva R.R., Nasretdinova G.R., Evtyugin V.G., Gubaidullin A.T., Yanilkin V.V. *Electrosynthesis of catalytically active nanocomposites of bimetallic PdCu and PdAu nanoparticles with Fe(II), Al(III), Zn(II), Cu(I), and Ti(IV) oxide-hydroxides* // *Catal Lett.* – 2024. – Vol. 154. – P. 2670–2686. doi 10.1007/s10562-023-04530-9
 40. Gafurov Z.N., Mikhailov I.K., Kagilev A.A., Sakhapov I.F., Kantyukov A.O., Morozov V.I., Kulikov D.A., Zueva E.M., Dobrynin A.B., Trifonov A.A., Yakhvarov D.G. *Electrochemical behavior of a nickel(ii) complex with an N-heterocyclic carbene bisphenolate pincer ligand* // *Russ. Chem. Bull.* – 2024. – Vol. 73, Is. 11. – P. 3259–3266. doi 10.1007/s11172-024-4441-1 [Гафуров З.Н., Михайлов И.К., Кагилев А.А., Сахапов И.Ф., Кантюков А.О., Морозов В.И., Куликов Д.А., Зуева Е.М., Добрынин А.Б., Трифонов А.А., Яхваров Д.Г. Электрохимическое поведение комплекса никеля(II) с ННС бисфенолятным пинцерным лигандом // *Изв. АН. Сер. хим.* – 2024. – Т. 73. – С. 3259–3266]

41. Gaysin A.I., Vakhonina T.A., Yakovleva E.O., Balakina M.Yu., Sinyashin O.G. *Copolymers of 2-hydroxy-3-(N-methyl-N-phenylamino)propyl methacrylate with methyl methacrylate and their microstructure* // *Mendeleev Commun.* – 2024. – Vol. 34. – P. 332-334. doi 10.1016/j.mencom.2024.04.007
42. Gilmullina Z.R., Syakaev V.V., Morozova J.E., Zigan-shina A.Yu., Antipin I.S. *The interaction of rhodamine B with sulfobetaine tetrapentylcalix[4]resorcinarene in the range of millimolar concentrations* // *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* – 2024. – Vol. 104. – P. 449-459. doi 10.1007/s10847-024-01246-0
43. Kadirov M.K., Nizameeva G.R., Shekurov R.P., Nizameev I.R., Galeeva E.I., Milyukov V.A., Budnikova Y.G. *3D Ni Redox-active metal-organic framework based on ferrocenyldiphosphinate and 4,4'-bipyridine ligands as an electrocatalyst for the oxygen reduction reaction in proton-exchange membrane fuel cells* // *Russ. Chem. Bull.* – 2024. – Vol. 73, Is. 11. – P. 3252-3258. doi 10.1007/s11172-024-4440-2 [Кадиров М.К., Низамеева Г.Р., Шекуров Р.П., Низамеев И.Р., Галеева Э.И., Милуков В.А., Будникова Ю.Г. *3D Ni-редокс-активный металлоорганический каркас на основе ферроценилдифосфината и 4,4'-бипиридиновых лигандов в качестве электрокатализатора для реакции восстановления кислорода в топливных элементах с протонообменной мембраной* // *Изв. АН. Сер. хим.* – 2024. – Т. 73, № 11. – С. 3252-3258.]
44. Kagilev A.A., Gafurov Z.N., Kantyukov A.O., Mikhailov I.K., Yakhvarov D.G. *The power of in situ spectro-electrochemistry for redox study of organometallic and coordination compounds* // *J. Solid State Electrochem.* – 2024. – Vol. 28, No. 3. – P. 897-910. doi 10.1007/s10008-023-05765-7
45. Mikhailov I.K., Gafurov Z.N., Kagilev A.A., Sakhapov I.F., Morozov V.I., Ganeev G.R., Khayarov K.R., Kulikova V.A., Kirkina V.A., Gutsul E.I., Shubina E.S., Belkova N.V., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. *Electrocatalytic radical degradation of 2-aminoethanol by nickel, palladium and platinum complexes bearing non-innocent diarylamido/bis (phosphine) pincer ligand* // *Appl. Magn. Reson.* – 2024. – Vol. 55. – P. 1-11. doi 10.1007/s00723-024-01710-7
46. Mikhaylov O.A., Gurskii M.E., Saigitbatalova E.S., Latypova L.Z., Gerasimova D.P., Lodochnikova O.A., Kurbanalieva A.R., Gridnev I.D. *Allylboration of azole aldehydes: enantioselective synthesis of homoallylic azole alcohols and reconsideration of the mechanism of enantioselectivity* // *Russ. Chem. Bull.* – 2024. – Vol. 73, Is. 10. – P. 2910-2920. doi 10.1007/s11172-024-4408-2
47. Nasretdinova G.R., Fazleeva R.R., Yanilkin A.V., Gubaidullin A.T., Mansurova E.E., Zigan-shina A.Y., Yanilkin V.V. *Mediated electrosynthesis of nanocomposites of Gold nanoparticles with cyclobis (paraquat-p-phenylene)* // *ECS Journal of Solid State Science and Technology.* – 2024. – Vol. 13, Is. 4. – Art. No. 041006. doi 10.1149/2162-8777/ad3d85
48. Nichugovskiy A.I., Eshtukova-Shcheglova E.A., Fayzullin R.R., Kuznetsov D.V., Burmistrov V.V., Novakov I.A. *Selective C–H deuterium exchange in the oxacamphanyl moiety linked to the carbamide group* // *Russ. Chem. Bull.* – 2024. – Vol. 73, No. 7. – P. 1936-1943. doi 10.1007/s11172-024-4312-9
49. Nizamov I.S., Akhmedova G.R., Mavrov Ye.A., Nizamov I.D., Batyeva E.S. *Proteinogenic amino acids in the synthesis of chiral salts of O,O-diterpenyl dithiophosphoric acids* // *Russian Chemical Bulletin.* – 2024. – Vol. 73, Is. 3. – P. 606-615. doi 10.1007/s11172-024-4170-5 [Низамов И.С., Ахмедова Г.Р., Мавров Е.А., Низамов И.Д., Батыева Э.С. *Протеиногенные аминокислоты в синтезе хиральных солей O,O-дитерпенилдитиофосфорных кислот* // *Изв. АН. Сер. хим.* – 2024. – Т. 73. – No. 3. – С. 606–615].
50. Strel'nik I.D., Kolesnikov I.E., Kalinichev A.A., Gerasimova T.P., Akhmadgaleev K.D., Dayanova I.R., Karasik A.A. *Is dual emission of copper subgroup d10-metal complexes a necessary and sufficient condition for ratiometric luminescence thermometry?* // *Mend. Comm.* – 2024. – Vol. 34. – P. 457-471. doi 10.1016/j.mencom.2024.06.001
51. Volkov M.Yu., Sharipova A.R., Turanova O.A., Gubaidullin A.T., Shaidullina A.F., Savostina L.I., Turanov A.N. *Synthesis of 1-phenyl-3-(quinolin-8-ylamino)prop-2-en-1-one and analysis of its structure by X-ray crystallography, NMR, UV-Vis spectroscopy and DFT calculations* // *Chemistry Select.* – 2024. – Vol. 9, No. 8. – Art. No. e202304190. doi 10.1002/slct.202304190
52. Zueva O.S., Zvereva E.R., Bakhtiyarova Y.V., Makarova A.O., Ageeva M.V., Zigan-shina S.A., Valeeva F.G., Zakharova L.Ya. *Associative behavior of long-chain n-alkanes in petroleum dispersed systems* // *Russ. Chem. Bull.* – 2024. – Vol. 73. – P. 546-554. doi 10.1007/s11172-024-4164-3
- Q4
53. Budnikova Yu.H. *Electrochemical carboxylation with CO₂ (A Review)* // *Russian Journal of Organic Chemistry.* – 2024. – Vol. 60, No. 11. – P. 1-32. doi 10.1134/S1070428024110010
54. Frantsuzova L.V., Gerasimova D.P., Lodochnikova O.A. *Asymmetrization of the indacene core in the molecules of monobromine-containing BODIPY derivatives: experiment and theory* // *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta Seriya Estestvennye Nauki.* – 2024. – Vol. 166, No. 3. – P. 373-386. doi 10.26907/2542-064X.2024.3.373-386 [Французова Л.В., Герасимова Д.П., Лодоchnikova О.А. *Асимметризация индаценового остова в молекулах монобромсодержащих производных BODIPY: эксперимент и теория* // *Учёные записки Казанского университета. Серия Естественные науки.* – 2024. – Т. 166, Кн. 3. – С. 373-386.]
55. Gafurov Z.N., Mikhailov I.K., Kagilev A.A., Sakhapov I.F., Kantyukov A.O., Zueva E.M., Dobrynin A.B., Trifonov A.A., Yakhvarov D.G. *Nickel(II) complex with the bis(phenolate) pincer N-heterocyclic carbene ligand: synthesis, structure, and properties* // *Russ. J.*

- Coord. Chem. – 2024. – Vol. 50, Is. 10. – P. 769-777. doi 10.1134/S1070328424601092
56. Samigullina A.I., Isaeva A.O., Komunarova D.K., Zakharychev D.V., Gubaidullin A.T. *Polymorphism in N4-ethyl-N1-(diphenylphosphoryl) acetyl-thiosemicarbazide crystals* // J. Struct. Chem. – 2024. – Vol. 65, No. 3. – P. 596-609. doi 10.26902/JSC_id124401 [Самигуллина А.И., Исаева А.О., Комунарова Д.К., Бурангулова Р.Н., Гаврилова Е.Л., Захарычев Д.В., Губайдуллин А.Т. *Полиморфизм в кристаллах N4-этил-N1-(дифенилфосфорил)ацетил-тиосемикарбазида* // Журн. структ. хим. – 2024. – Т. 65, № 3. Номер статьи 124401.]
 57. Subbotina S.N., Grebyonkina O.N., Gribkov P.V., Gerasimova D.P., Lodochnikova O.A., Gilfanov I.R., Nikitina L.E., Lezina O.M., Rubtsova S.A. *Synthesis of new sulfonic acid derivatives by the reaction of S-(1S,2R,3S,5R)-2-formyl-6,6-dimethylnorpinan-3-yl thioacetate with chlorine dioxide* // Russ. J. Org. Chem. – Vol. 60, No. 4. – P. 611-619. doi 10.1134/S1070428024040079
 58. Еникеева К.Р., Литвинов И.А., Любина А.П., Волошина А.Д., Мусина Э.И., Карасик А.А. *Комплексы никеля(II) на основе пиридил- и хинолил-содержащих диалкилфосфиноксидов* // Журн. структ. хим. – 2024. – Т. 65, № 12. Номер статьи 137940. doi 10.26902/JSC_id137940
- Scopus*
59. Kononov A., Strekalova S., Kobeleva E., Savelyev G., Zlygostev A., Khvorova M., Morozov V., Babaeva O., Budnikova Y. *C–C and C–N bond formation in electro-oxidation reactions of aromatic compounds* // Curr. Res. Green Sust. Chem. – 2024. – Vol. 8 – Art. No. 100406. doi 10.1016/j.crgsc.2024.100406
 60. Gabitova E.R., Agarkov A.S., Mailyan M., Nefedova A.A., Ovsyannikov A.S., Frantsuzova L.V., Lodochnikova O.A., Solovieva S.E., Antipin I.S. *Synthesis of triazolyl derivatives based on thiazolo[3,2-a]pyrimidine propargyl ethers* // Chemistry Proceedings. – 2024. – Vol. 16, Is. 1. – Art. No. 43. doi 10.3390/ecsoc-28-20126
 61. Nefedova A.A., Tretyakova D.A., Mingazhetdinova D.O., Agarkov A.S., Ovsyannikov A.S., Litvinov I.A., Solovieva S.E., Antipin I.S. *1,3-Dipolar cycloaddition reactions of 2-arylmethylidenthiazolo[3,2-a]pyrimidines with azomethinylides, studying the supramolecular organization of products in the crystalline phase* // Chemistry Proceedings. – 2024. – Vol. 16, Is. 1. – Art. No. 24. doi 10.3390/ecsoc-28-20098
- Госзадание (руководитель Синяшин О.Г.)*
- Q1*
62. Bushmeleva K.N., Vyshtakalyuk A.B., Terenzhev D.A., Belov T.G., Nikitin E.N., Zobov V.V. *Effect of flavonols of aronia melanocarpa fruits on morphofunctional state of immunocompetent organs of rats under cyclophosphamide-induced immunosuppression* // Biomolecules. – 2024. – Vol. 14, Is. 5 – Art. No. 578. doi 10.3390/biom14050578
 63. Davydova L., Menshova A., Shumatbaev G., Babaev V., Nikitin E. *Phytochemical study of ethanol extract of Gnaphalium Uliginosum L. and evaluation of its antimicrobial activity* // Antibiotics. – 2024. – Vol. 13, Is. 8. – P. 785. doi 10.3390/antibiotics13080785
 64. Gaynanova G.A., Vasileva L.A., Karimova T.R., Romanova E.A., Lyubina A.P., Davletshina N.V., Davletshin R.R., Voloshina A.D., Zakharova L.Ya. *Structure-activity correlation for new phosphorylated quaternary ammonium salts: To antimicrobial activity via self-organization* // Colloids Surf., A. – 2024. – Vol. 700. – Art. No. 134820. doi 10.1016/j.colsurfa.2024.134820
 65. Kushnazarova R., Mirgorodskaya A., Bushmeleva K., Vyshtakalyuk A., Lenina O., Petrov K., Zakharova L. *Improving the stability, water solubility, and antioxidant activity of α -tocopherol by encapsulating it into niosomes modified with cationic carbamate-containing surfactant* // Langmuir. – 2024. – Vol. 40, Is. 43. – P. 22684-22692 doi 10.1021/acs.langmuir.4c02507
 66. Mamedov V.A., Galimullina V.V., Qu Zh.-W., Zhu H., Syakaev V.V., Shamsutdinova L.R., Sergeev M.A., Rizvanov I.I.Kh., Gubaidullin A.T., Sinyashin O.G., Grimme S. *AlCl₃-promoted intramolecular indolinone-quinolone rearrangement of spiro[indoline-3,2'-quinoxaline]-2,3'-diones: Easy access to quinolino[3,4-b]quinoxalin-6-ones* // J. Org. Chem. – 2024. – Vol. 89, Is. 2. – P. 898-917. doi 10.1021/acs.joc.3c01906
 67. Mamedov V.A., Zhukova N.A., Gubaydullin A.T., Samigullina A.I., Beschastnova T.N., Perevalova D.S., Babaeva O.B., Rizvanov I.Kh., Sinyashin O.G. *AcOH-catalyzed rearrangements of benzo[e][1,4]diazepin-2(and 3)-ones: easy access to 1,4-dihydroquinazolines and their condensed analogues* // J. Org. Chem. – 2024. – Vol. 89. – P. 14577-14585. doi 10.1021/acs.joc.4c01721
 68. Padnya P., Shiabiev I., Pysin D., Gerasimova T., Ranishenka B., Stanavaya A., Abashkin V., Shcharbin D., Shi X., Shen M., Nazarova A., Stoikov I. *Non-viral systems based on PAMAM-calix-dendrimers for regulatory siRNA delivery into cancer cells* // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25. – Art. No. 12614. doi 10.3390/ijms252312614
 69. Pashirova T.N., Mustakimova L.V., Nizameev I.R., Saitova A., Vandyukov A.E., Sapunova A.S., Kadirov M.K., Voloshina A.D., Sinyashin O.G., Mamedov V.A. *Hybrid arginine-modified phospholipid nanotherapeutics based on multitarget quinoxalin-2-ones for cancer-cells delivery* // J. Mol. Liq. – 2024. – Vol. 407. – Art. No. 125149. doi 10.1016/j.molliq.2024.125149
 70. Petrova A.V., Ha T.T. Nguyen, Zueva I.V., Petrov K.A., Lobov A.N., Kazakova O.B. *Conjugation of triterpenic acids with 3-aminoquinuclidine moiety: An approach to acetylcholinesterase mixed or uncompetitive type inhibitors* // Molecules. – 2025. – Vol. 30. – Art. No. 95. doi 10.3390/molecules30010095
 71. Selivanova N., Shulaeva M., Semenov V., Galyametdinov Y. *New substituted 1,2,3-triazoles for ratiometric recognition to Fe³⁺ ions* // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2024. – Vol. 305. – Art. No. 123558. doi 10.1016/j.saa.2023.123558

72. Shiabiev I., Pysin D., Kharlamova A., Zueva I., Petrov K., Bukharov M., Babaeva O., Mostovaya O., Padnya P., Stoikov I. *Design of reversible cholinesterase inhibitors: Fine-tuning of enzymatic activity by PAMAM-calix-dendrimers* // International Journal of Biological Macromolecules. – Vol. 287. – Art. No. 138503. doi 10.1016/j.ijbiomac.2024.138503
73. Smolobochkin A., Gazizov A., Appazov N., Sinyashin O., Burilov A. *Progress in the stereoselective synthesis methods of pyrrolidine-containing drugs and their precursors* // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25. – Art. No. 1158. doi 10.3390/ijms25201158
- Q2
74. Khabibulina L.R., Garifullin B.F., Aznagulov R.F., Andreeva O.V., Strobyskina I.Yu., Belenok M.G., Voloshina A.D., Abramova D.F., Vyshtakalyuk A.B., Lyubina A.P., Amerhanova S.K., Sharipova R.R., Kataev V.E. *Synthesis, cytotoxicity and antioxidant activity of new conjugates of N-acetyl-d-glucosamine with α -aminophosphonates* // Carbohydrate Research. – Vol. 541. – Art. No. 109146. doi 10.1016/j.carres.2024.109146
75. Kushnazarova R., Mirgorodskaya A., Bekrenev D., Kuznetsov D., Lyubina A., Voloshina A., Zakharova L. *The potential of colloidal systems based on carbamate-containing hexadecylpiperidinium surfactants in biomedical applications* // Colloids Interfaces. – 2024. – Vol. 8. – Art. No. 57. doi 10.3390/colloids8050057
76. Mamedov V.A., Zhukova N.A. *Recent advances in the syntheses of indoles with partially hydrogenated benzene ring (tetrahydroindoles)* // Synthesis. – 2024. – Vol. 56, Is. 08. – P. 1207-1243. doi 10.1055/s-0042-1751488
- Q3
77. Andreeva O.V., Shulaeva M.M., Saifina L.F., Garifullin B.F., Belenok M.G., Zarubaev V.V., Slite A.V., Semenov V.E., Kataev V.E. *Synthesis and antiviral activity of homodimers of 1,2,3-triazolyl nucleoside analogs* // Russ. Chem. Bulletin. – 2024. – Vol. 73, No. 6. – P. 1789-1800. doi 10.1007/s11172-024-4296-5 [Андреева О.В., Шулаева М.М., Сайфина Л.Ф., Гарифуллин Б.Ф., Беленко М.Г., Зарубаев В.В., Слита А.В., Семёнов В.Э., Катаев В.Е. Синтез и противовирусная активность гомодимеров 1,2,3-триазолильных аналогов нуклеозидов // Изв. АН. Сер. хим. – 2024. – Т. 73, № 6. – С. 1789-1800]
78. Frantsuzova L.V., Gerasimova D.P., Metlushka K.E., Badeeva E.K., Nikitina K.A., Zinnatullin R.G., Ivshin K.A., Kataeva O.N., Lodochnikova O.A. *Crystallization of chiral thiourea derivatives of 1-phenylethylamine: transfer of stable motifs from racemic to homochiral environment* // Struct. Chem. – 2024. – Vol. 35. – P. 1963-1980. doi 10.1007/s11224-024-02343-z
79. Gomonov K.A., Pelipko V.V., Litvinov I.A., Baichurin R.I., Makarenko S.V. *Nuclear overhauser effect in determining the configuration of 2-nitrofuranyl-3-carboxylates hydrazones* // Appl. Magn. Reson. – 2024. – Vol. 55. – P. 839-846. doi 10.1007/s00723-024-01677-5
80. Gorodnicheva N.V., Vasil'eva O.S., Ostrogladov E.S., Baichurin R.I., Litvinov I.A., Makarenko S.V. *4-Aryl(indol-3-yl)-2-pyrrolidone-3(5)-carboxamides: synthesis and structure* // Russ. Chem. Bull. – 2024. – Vol. 73, Is. 3. – P. 624-633. doi 10.1007/s11172-024-4172-3 [Городничева Н.В., Васильева О.С., Острогладов Е.С., Байчурин Р.И., Литвинов И.А., Макаренко С.В. 4-Арил(индол-3-ил)-2-пирролидон-3(5)-карбоксамиды: синтез и строение // Изв. АН. Сер. хим. – 2024. – Т. 73, № 3. – С. 624-633]
81. Il'in A.V., Anisimova K.S., Bogdanov A.V., Shulaeva M.P., Pozdeev O.K., Babaeva O.B., Voloshina A.D., Serov N.Yu., Bukharov M.S., Islamov D.R. *α -Umpolung/michael addition/quaternization tandem reaction to provide α -imido- β -phosphonium propanoates with broad spectrum of biological activity* // Chem. Biodiversity. – 2024. – Vol. 21, No. 3. – Art. No. e202302022. doi 10.1002/cbdv.202302022
82. Kushnazarova R.A., Mirgorodskaya A.B., Bekrenev D.D., Lyubina A.P., Lenina O.A., Petrov K.A., Voloshina A.D., Zakharova L.Y. *Supramolecular systems based on 2-hydroxyethylpiperidinium surfactants and Brij® 35: aggregation behavior, solubilization properties, and antimicrobial activity* // Russ. Chem. Bull. – 2024. – Vol. 73, No. 3. – P. 536-545. doi 10.1007/s11172-024-4163-4
83. Mamedov V.A., Mamedova V.L., Syakaev V.V., Kushatov T.A., Korshin D.E., Rizvanov I.I., Gubaidullin A.T. *Synthesis and crystal structure of the new copper(II) coordination polymer with N1-(2-carboxyphenyl)-N2-(4-ethylcarboxyphenyl)oxalamide as ligand* // Tetrahedron. – 2024. – Vol. 150. – Art. No. 133751. doi 10.1016/j.tet.2023.133751
84. Mamedov V.A., Mamedova V.L., Syakaev V.V., Kushatov T.A., Mamedova S.V., Korshin D.E., Samigullina A.I., Voronina J.K., Kobeleva E.S., Gubaidullin A.T., Gavriloza E.L., Sinyashin O.G. *Synthesis, enantiomeric composition, separation of (L)-menthyl 3-arylglycidates and their reactions with benzene-1,2-diamine* // Tetrahedron. – 2024. – Art. No. 134244. doi 10.1016/j.tet.2024.134244
85. Mamedova V.L., Kushatov T.A., Tikhomirova N.A., Sinyashi O.G., Mamedov V.A. *N-(2-Carboxyphenyl)-oxalamides in the synthesis of the quinazoline central nervous system depressant methaqualone and fused bi-heterocyclic systems* // Russ. Chem. Bull. – 2024. – Vol. 73, Is. 7. – P. 1996-2003. doi 10.1007/s11172-024-4319-2
86. Mironov V.F., Nemtarev A.V., Dimukhametov M.N., Baronova T.A., Gubaidullin A.T., Litvinov I.A., Katsuba S.A., Burganov T.I. *Synthesis and structures of 1-phosphaindene derivatives with five- and four-coordinate phosphorus atom* // Russ. Chem. Bull. – 2024. – Vol. 73. – P. 2987-3011. doi 10.1007/s11172-024-4416-2 [Миронов В.Ф., Немтарев А.В., Димухаметов М.Н., Баронова Т.А., Губайдуллин А.Т., Литвинов И.А., Кацуба С.А., Бурганов Т.И. Синтез и строение производных 1-фосфаиндена с пента- и тетракоординированным атомом фосфора // Изв. АН. Сер. хим. – 2024. – Т. 73, № 10. – С. 2987-3011]
87. Mironova (Knyazeva) I.R., Romashov N.P., Syakaev V.V., Gerasimova D.P., Lodochnikova O.A., Burilov

- A.R. *Synthesis and structural features of new calix[4]-resorcinols with anthracene- or pyrene-ended isoxazole-containing organic fragments* // *Mendeleev Commun.* – 2024. – Vol. 34, Is. 3. – P. 392-395. doi 10.1016/j.mencom.2024.04.025
88. Nemtarev A.V., Ponomaryov D.V., Idrisova L.R., Anikina L.V., Brel V.K., Tsepaeva O.V., Mironov V.F. *5,6-Dihydropyran derivatives of nor-lupane: Synthesis and properties* // *Russ. Chem. Bull.* – 2024. – Vol. 73, No. 8. – P. 2261-2269. doi 10.1007/s11172-024-4347-y [Немтарёв А.В., Пономарёв Д.В., Идрисова Л.Р., Аникина Л.В., Брель В.К., Цепаева О.В., Миронов В.Ф. *5,6-Дигидропирановые производные нор-лупана: синтез и свойства* // *Изв. АН. Сер. хим.* – 2024. – № 8. – С. 2261-2269]
89. Shinkareva A.M., Nemtarev A.V., Chachkov D.V., Dobrynin A.B., Litvinov I.A., Mironov V.F. *Quaternary phosphonium salts based on quinopimaric acid* // *Mendeleev Commun.* – 2024. – Vol. 34, No. 1. – P. 113-115. doi 10.1016/j.mencom.2024.01.034
90. Tatarinov D.A., Mikulenkova E.A., Terekhova N.V., Nemtarev A.V., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Sapunova A.S., Dobrynin A.B., Litvinov I.A., Mironov V.F. *Synthesis and antimicrobial activity of alkyl[2-(5-chloro-2-hydroxyphenyl)-hex-1-en-1-yl]diphenylphosphonium salts* // *Russ. Chem. Bull.* – 2024. – Vol. 73, No. 12. – P. 3699-3710 [Татаринов Д.А., Микуленкова Э.А., Терехова Н.В., Немтарев А.В., Любина А.П., Волошина А.Д., Сапунова А.С., Добрынин А.Б., Литвинов И.А., Миронов В.Ф. *Дизайн, синтез и антимикробная активность алкил(2-(2-гидрокси-5-хлорфенил)гекс-1-ен-1-ил)дифенилфосфониевых солей* // *Изв. АН. Сер. хим.* – 2024. – Т. 73, № 12. – С. 3699-3710]
91. Trifonov A.V., Bagautdinova R.K., Kibardina L.K., Pudovik M.A., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Gazizov A.S., Burirov A.R. *New triazole-containing 7-azacoumarin-3-carboxamides: Synthesis and biological properties* // *Mendeleev Commun.* – 2024. – Vol. 34, No. 5. – P. 688-690. doi 10.1016/j.mencom.2024.09.020
92. Yakovishin L.A., Bukharov S.V., Babaev V.M., Nikitina E.V., Bulatova E.S. *New molecular complexes of glycyrrhizic acid monoammonium salt (glycyram) with fluoroquinolone antibiotics* // *Current Bioactive Compounds.* – 2024. – Vol. 20, No. 2. – e310823220526. doi 10.2174/1573407219666230831091213
93. Zhukova N.A., Perevalova D.S., Syakaev V.V., Beschastnova T.N., Gubaydullin A.T., Sinyashin O.G., Mamedov V.A. *Rearrangement of 3-(bromomethyl)quinoxalin-2(1H)-ones when exposed to 2-aminopyridines as a new method for the synthesis of 2-(imidazo[1,2-a]pyridin-2-yl)benzimidazoles* // *Russ. Chem. Bull.* – 2024. – Vol. 73, Is. 6. – P. 1698-1708. doi 10.1007/s11172-024-4287-6
94. Иванова В.Ю., Чевела В.В., Шашин М.С., Семёнов В.Э., Зайнулин Р.Р. *Взаимодействие ксимедона с L-аскорбиновой кислотой в водном растворе* // *Известия Академии наук. Серия химическая.* – 2024. – Т. 73. – № 11. – С. 3381-3388.
95. Рыжкина И.С., Муртазина Л.И. *Физико-химические закономерности разбавленных водных систем биологически активных веществ: взаимосвязь самоорганизации, свойств и биоэффектов* // *Изв. АН. Сер. хим.* – 2024. – Т. 73, № 12. – С. 3487-3522.
- Q4
96. Adyukov I.S., Pelipko V.V., Litvinov I.A., Mammeri O.A., Baichurin R.I., Makarenko S.V. *Synthesis of condensed furan structures based on 1-aryl-3-bromo-3-nitropropenones* // *Chemistry of Heterocyclic Compounds.* – 2024. – Vol. 60, Is. 9/10. – P. 442-447.
97. Andreeva O.V., Saifina L.F., Shulaeva M.M., Belenok M.G., Garifullin B.F., Zarubaev V.V., Slita A.V., Khabibulina L.R., Aznagulov R.F., Semenov V.E., Kataev V.E. *Synthesis and antiviral activity of homodimers of 1,2,3-triazolyl nucleoside analogues based on quinazoline-2,4-dione* // *Russ. J. Gen. Chem.* – 2024. – Vol. 94, No. 5. – P. 1127-1138. doi 10.1134/S1070363224050116
98. Andreeva O.V., Saifina L.F., Shulaeva M.M., Belenok M.G., Zarubaev V.V., Slita A.V., Volobueva A.S., Semenov V.E., Kataev V.E. *Synthesis and antiviral activity of new dimeric 1,2,3-triazolyl pyrimidine nucleoside analogues* // *Russ. J. Org. Chem.* – 2024. – Vol. 60, No. 4. – P. 576-587. doi 10.1134/S1070428024040031
99. Bogdanov A.V., Samorodov A.V., Valiullina Z.A., Akylbekov N.I., Voloshina A.D., Lyubina A.P., Amerkhanova S.K., Saitova A.M., Pashirova T.N., Tsivileva O.M., Mironov V.F. *Biologically active ammonium isatin-3-acylhydrazones bearing long-chain alkyl substituent of various structures* // *Russ. J. Gen. Chem.* – 2024. – Vol. 94, No. 3. – P. 539-552. doi 10.1134/S1070363224030071. [Богданов А.В., Самородов А.В., Валиуллина З.А., Акылбеков Н.И., Волошина А.Д., Любина А.П., Амерханова С.К., Сaitова А.М., Паширова Т.Н., Цивилева О.М., Миронов В.Ф. *Биологически активные аммониевые изатин-3-ацилгидразоны, содержащие длинноцепной алкильный заместитель различного строения* // *Ж. общ. хим.* – 2024. – Т. 94, Вып. 3. – С. 539-552]
100. Bogdanov A.V., Voloshina A.D., Il'in A.V., Kadomtseva M.E., Pashirova T.N., Shaihtudinova Z.M., Mironov V.F. *Novel acylhydrazones based on 1-decylisatins and girard reagent t possessing antimicrobial activity* // *Russian Journal of General Chemistry.* – 2024. – Vol. 94, No. 11. – P. 3099-3103. doi 10.1134/S1070363224110331
101. Bogdanov A.V., Voloshina A.D., Khamatgalimov A.R., Rakhmatullin R.R., Samorodov A.V., Valiullina Z.A., Mironov V.F. *Relationship between the volume of benzyl substituent in isatin-3-acylhydrazones and their antimicrobial activity* // *Russ. J. Gen. Chem.* – 2024. – Vol. 94, No. 4. – P. 878-883. doi 10.1134/S1070363224040157
102. Bukharov S.V., Rakhmatullin R.R., Zamaletdinova D.M., Bogdanov A.V., Voloshina A.D. *Synthesis and antitumour activity of hybrid compounds based on 4-ami-*

- nophenylarsonic acid and spatially hindered phenols* // Doklady biochemistry and biophysics. – 2024. – Vol. 519. – P. 534-539. doi 10.1134/S1607672924701163
103. Dudkina E.V., Vasilieva E.A., Ulyanova V.V., Zakharova, L.Y., Ilinskaya O.N. *Surfactants as a means of delivering a reporter genetic construct based on binase suicide gene to tumor cells* // Russian Journal of Bioorganic Chemistry – 2024. – Vol. 50, Is. 1. – P. 45-55. doi 10.1134/S1068162024010072
104. Gomonov K.A., Pelipko V.V., Litvinov I.A., Baichurin R.I., Makarenko S.V. *4,5-Dimethylfuro[3,4-d]pyridazin-1(2H)-one* // Molbank. – 2024. – No. 1. – M1776. doi 10.3390/M1776
105. Gomonov K.A., Pelipko V.V., Litvinov I.A., Baichurin R.I., Makarenko S.V. *Synthesis and structure of new substituted furan-3-carboxylate hydrazones* // Chem. Heterocycl. Compd. – 2024. – Vol. 60, No. 3/4. – P. 133-137. doi 10.1007/s10593-024-03308-0
106. Kalinin V., Rasperetikhina E., Bukharov M., Shibaeva K., Islamov D., Babaeva O., Stoikov I. *Synthesis and selective Cu(II) complexation of lower rim substituted thiacalixarenes containing pyrazole fragments* // Chimica Techno Acta. – 2024. – Vol. 11, Is. 4. – Art. No. 202411418. doi 10.15826/chimtech.2024.11.4.18
107. Kurenkov A.V., Dayanova I.R., Rychkova I.A., Naumova O.E., Islamov D.R., Strelnik I.D., Karasik A.A. *Reaction of 6-methylpyridin-2-ylphosphine with benzaldehyde and p-toluidine: A pathway to acyclic aminomethylphosphine oxides with carbon-substituted P-CH-N fragments* // Rus. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94, Is. 9. – P. 2264-2270. doi 10.1134/S1070363224090068
108. Litvinov I.A., Bukharov S.V., Tagasheva R.G., Bogdanov A.V., Zamaletdinova D.M. *Molecular and crystal structures of ethyl-2-amino-2-bis(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)ethanoate. Hydrogen bonds in the crystals of sterically hindered phenols* // J. Struct. Chem. – 2024. – Vol. 65, No. 2. – Art. No. 121969. doi 10.26902/JSC_id121969 [Литвинов И.А., Бухаров С.В., Тагашева Р.Г., Богданов А.В., Замалетдинова Д.М. Молекулярная и кристаллическая структура этил-2-амино-2-бис(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксibenзил)этаната. Водородные связи в кристаллах пространственно-затрудненных фенолов // Журн. структ. хим. – 2024. – Т. 65, № 2. – № 121969].
109. Minzanova S.T., Chekunkov E.V., Voloshina A.D., Mironova L.G., Khabibullina A.V., Milyukov V.A., Mironov V.F. *Anti-tumor activity of cobalt-containing complexes of potassium and sodium polygalacturonates and pharmacological compositions based on them* // Doklady Chemistry. – 2024. – Vol. 515. doi 10.31857/S2686953524020044. [Минзанова С.Т., Чекунов Е.В., Волошина А.Д., Миронова Л.Г., Хабибуллина А.В., Милуков В.А., Миронов В.Ф. Противоопухолевая активность кобальтсодержащих комплексов полигалактуронатов калия и натрия и фармакологической композиции на их основе // Докл. РАН. Химия, науки о материалах. – 2024. – Т. 515, № 1. – С. 36-44]
110. Rizbayeva T.S., Smolobochkin A.V., Gazizov A.S., Syakaev V.V., Burilov A.R., Pudovik M.A. *One-pot synthesis of 2,3-disubstituted quinolines based on acetals and anilines* // Russian Journal of General Chemistry. – 2024. – Vol. 94, № 6. – P. 1247-1250. doi 10.1134/S1070363224060045.
111. Sadykova Yu.M., Smolobochkin A.V., Turmanov R.A., Zalaltdinova A.V., Gazizov A.S., Pudovik M.A., Burilov A.R. *Synthesis of new hydrazones based on 1-(1-tosylpyrrolidin-2-yl)propan-2-one* // Russ. J. of General Chem. – 2024. – Vol. 94, No. 7. – P. 1625-1629. doi 10.1134/S107036322407003X
112. Shakirov A.M., Gibadullina E.M., Islamov D.R., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Burilov A.R. *α -Aminophosphonates containing sterically hindered phenolic and n-heterocyclic fragments as potential antitumor agents* // Russian Journal of General Chem. – 2024. – Vol. 94. – P. 488-496. doi 10.1134/S1070363224020233
113. Trishin Yu.G., Vakhrusheva E.D., Anisimova N.A., Derkacheva O.Y., Baichurin R.I., Rizvanov I.Kh. *Synthesis of betulin and allobetulin derivatives containing heterylthioacetoxyl groups* // Russian Journal of General Chemistry. – 2024. – Vol. 94, No. 10. – P. 2623-2631. doi 10.1134/S1070363224100074
114. Галимова М.Ф., Кондрашова С.А., Латыпов Ш.К., Добрынин А.Б., Колесников И.Е., Любина А.П., Волошина А.Д., Мусина Э.И., Карасик А.А. *Комплексы дибромида платины с 10-(арил)феноксарсинами: синтез, структура, люминесцентные и биологические свойства* // Координационная химия. – 2024. – Т. 50, № 11.
115. Казимова К.Ш., Ахмадуллина Ф.Ю., Акулов А.Н., Щербакова Ю.В., Никитин Е.Н. *Скрининг параметров извлечения биологически активных веществ из цветов бархатцев распротёртых (Tagetes patula) и оценка антиоксидантной активности их водных экстрактов* // Химия растительного сырья. – 2024. – № 3. – С. 250–258. doi 10.14258/jcrpm.20240313383
116. Казимова К.Ш., Растегаев Е.К., Ахмадуллина Ф.Ю., Щербакова Ю.В., Шуматбаев Г.Г., Закиров Р.К. *Влияние способа консервирования на антиоксидантный потенциал экстрактов на основе плодов аронии черноплодной (Aronia melanocarpa)* // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2024. – Т. 16, № 5. doi 10.12731/2658-6649-2024-16-5-914
117. Фаттахова А.Н., Евтюгин В.Г., Бушмелева К.Н. *Биохимическая характеристика индуцированного фармакологического паралича задних конечностей у мышей стока CD-1* // Учёные записки Казанского университета. Серия Естественные науки. – 2024. – Т. 166, вып. 2. – С. 283-296. doi 10.26907/2542-064X.2024.2.283-296

Список ВАК

118. Беляев Г.П., Выштакалюк А.Б., Парфёнов А.А., Галяметдинова И.В., Семёнов В.Э., Зобов В.В. *Гепатопротекторный эффект Ксимедона и его конъюгата с L-аскорбиновой кислотой при отравлении мышей полудетальной дозой парацетамола* // Biomedical Chemistry: Research and Methods. – 2024. – Vol. 7, No. 4. – e00249. doi 10.18097/bmcr00249
119. Галяутдинова Г.Г., Мишина Н.Н., Ямалова Г.Р., Халикова К.Ф., Маланьев А.В., Выштакалюк А.Б. *Скрининг веществ, обладающих антитоксическим действием при отравлении глифосатом* // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 5. – С. 60-64.
120. Роденко Н.А., Васильева Т.И., Богданов А.В., Глушников В.А. *Исследование механизма повышения биологической активности бензилпенициллина натриевой соли после обработки импульсным магнитным полем высокой напряжённости* // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2024. – Т. 64, № 5. – С. 519–528. doi 10.31857/S0869803124050074
121. Старцева В.А., Никитина Д.Е., Лодочникова О.А., Бодров А.В., Гильфанов И.Р., Колесникова Е.М., Федюнина И.В., Шипина О.Т., Александров А.А., Ахвердиев Р.Ф., Герасимов А.В., Сарбазян Е.А., Бойчук А.С., Пастеляк Д.М. *Гетероциклические тиопроизводные камфена с фрагментом фенилтепразола* // Вестник технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 4. – С. 11-16. doi 10.55421/1998-7072_2024_27_4_11
- Белый список
122. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бабаев В.М., Тутучкина В.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Караева Ю.В. *Штамм Aspergillus niger AM1 как агент биодegradации нефти и нефтепродуктов* // Микология и фитопатология. – 2024. – Т. 58, № 1. – С. 27-35. doi 10.31857/S0026364824010037 [Mindubaev A.Z., Babynin E.V., Babaev V.M., Tutuchkina V.V., Minzanova S.T., Mironova L.G., Karaeva J.V. *Aspergillus niger strain AM1 as a biodegradation agent for crude oil and crude oil products* // Biology Bulletin Reviews. – 2024. – Vol. 14, No. 1. – P. S53-S59. doi 10.1134/S207908642460084X]
123. Залалтдинова А.В., Аппазов Н.О., Акылбеков Н.И., Турманов Р.А., Сыздыкбаев М.И., Садыкова Ю.М., Газизов А.С., Бурилов А.Р. *Синтез новых каркасных фосфонатов взаимодействием 2-этоксивинилдихлорфосфоната с 4-этилрезорцином* // Химический журнал Казахстана. – 2024. – Т. 84, № 3. – С. 124-133. doi 10.51580/2024-3.2710-1185.38
124. Савельева А.В., Абрамова Д.Ф., Выштакалюк А.Б., Зобов В.В., Нифантьева Л.Н., Сысоева М.А. *Влияние биомассы меланинов Inonotus Obliquus на показатели антиоксидантной защиты мышей на фоне воздействия фенилгидразина* // В сборнике: Актуальные вопросы инноваций и современные научные от-

крытия. Сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции. – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2024. – С. 49-57.

Госзадание (куратор Якубов М.Р.)

Q1

125. Mironov N., Tazeeva E., Milordov D., Yakubova S., Yakubov M. *Use of near-to-microporous silica gel for selective separation of petroleum vanadyl porphyrins from asphaltene clusters* // Energy Fuels. – 2024. – Vol. 3, Is. 18. – P. 17412-17424. doi 10.1021/acs.energyfuels.4c03180

Q2

126. Borisova Y.Y., Minzagirova A.M., Galikhanov M.F., Zaripov R.B., Spiridonova R.R., Yakubov M.R., Borisov D.N. *Potential of industrial symbiosis of petroleum residues and recycled polyethylene* // Petroleum Science and Technology. – 2024. – P. 1-18. doi 10.1080/10916466.2024.2353279
127. Galikhanov M.F., Minzagirova A.M., Guliakova A.A., Borisova Y.Y., Borisov D.N., Yakubov M.R. *Electret composite materials based on polyethylene and petroleum asphaltenes* // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. – 2024. doi 10.1109/tdei.2024.3434774

Q3

128. Mikhailova A.N., Kayukova G.P. *Effect of hydrothermal treatment and prolonged extraction on the generation of hydrocarbons from high-carbon low-permeability rocks from domanik deposits* // Petroleum Chemistry. – 2024. – Is. 5. – P. 557-569. doi 10.1134/S0965544124030149
129. Nasyrova Z.R., Kayukova G.P., Shmeleva E.I., Islamova G.G., Mikhailova A.N., Vakhin A.V. *Specific features of realizing the generation potential of carbonate and carbonate-siliceous domanik rocks by treatment with sub- and supercritical water* // Petroleum Chemistry. – 2024. – Vol. 64, Is. 3. – P. 366-384. doi 10.1134/S0965544124030095
130. Okhotnikova E.S., Ganeeva Y.M., Barskaya E.E., Fazylyzyanova G.R., Yusupova T.N., Morozov, V.I., Ivanov D.S. *Molecular basis of asphaltene stability* // Petroleum Chemistry. – 2024. – Vol. 64, Is. 5. – P. 570-579. doi 10.1134/S0965544124030010
131. Minzagirova A.M., Borisova Yu.Yu., Gubaidullin A.T., Galikhanov M.F., Saifina A.F., Yakubov M.R., Borisov D.N. *Composites based on polyurethane and modified petroleum asphaltenes* // J. Sib. Fed. Univ. Chem. – 2024. – Vol. 17, Is. 3. – P. 395-406.

РИНЦ

132. Гуляков Е.Г., Хозин В.Г., Боровских И.В., Ганеева Ю.М. *Влияние суперпластификаторов на размо- лоспособность портландцемента при получении цементов низкой водопотребности* // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2024. – Т. 68, № 2. – С. 77-91. doi 10.48612/NewsKSUAE/68.7

Госзадание (руководитель Низамеев И.Р.)

Q1

133. Faizullin B.A., Khazieva A.R., Kholin K.V., Voloshina A.D., Lyubina A.P., Sapunova A.S., Sibgatullina G.V., Samigullin D.V., Paderina A.V., Grachova E.V., Petrov K.A., Mustafina A.R. *pH-Responsive composite nanomaterial engineered from silica nanoparticles and luminescent mitochondrion-targeted Pt (II) complex as anticancer agent* // Journal of Molecular Liquids. – 2024. – Vol. 399. – Art. No. 124381. doi 10.1016/j.molliq.2024.124381

Q4

134. Nizameeva G.R., Lebedeva E.M., Kuznetsova V.V., Mansurov R.N., Nizameev I.R. *NiO-PEDOT:PSS composite material as an active element of a conductometric sensor for nitrogen dioxide* // High Energy Chemistry. – 2024. – Vol. 58. – P. S360-S365. doi 10.1134/S0018143924701170
135. Enders P.Ya., Lebedeva E.M., Nizameeva G.R., Gainullin R.R., Minzanova S.T., Galeeva E.I., Mezhevich Zh.V., Nefedev E.S., Kholin K.V., Kadirov M.K. *Morphological and structural aspects of electrochemical catalysis of oxygen reduction with the cobalt complex of sodium pectate* // Russian Journal of Electrochemistry. – 2024. – Vol. 60, No. 12. – P. 969-973. doi 10.1134/S102319352470054X. [Эндерс П.Я., Лебедева Э.М., Низамеева Г.Р., Гайнуллин Р.Р., Минзанова С.Т., Галеева Э.И., Межевич Ж.В., Неведьев Е.С., Холин К.В., Кадиров М.К. *Морфологические и структурные аспекты электрохимического катализа реакции восстановления кислорода кобальтовым комплексом пектата натрия* // Электрохимия. – 2024. – Т. 60, № 12.]
136. Lebedeva E.M., Nizameeva G.R., Nizameev I.R., Kuznetsova V.V., Kadirov M.K. *Electrocatalytic activity of sodium copper pectates in oxygen reduction reaction in fuel cells* // Chimica Techno Acta. – 2025. – Vol. 12, Is. 1. – Art. No. 12110. doi 10.15826/chimtech.2025.12.1.10

РИНЦ

137. Дробышев С.В., Шайхаттаров Т.М., Низамеев И.Р. *Электронный блок управления и измерения для кондуктометрического сенсора на диоксид азота в атмосфере* // Радиотехника. – 2024. – Т. 88. – С. 111-120. doi 10.18127/j00338486-202401-10
138. Холин К.В., Султанов Т.П., Эндерс П.Я., Соловьёв Е.А., Галеева Э.И., Минзанова С.Т. *Особенности формирования никельсодержащих наночастиц на стеклоуглеродных электродах путём электроосаждения из растворов комплексов пектата натрия* // Радиотехника. – 2024. – Т. 88, № 1. – С. 77-85. doi 10.18127/j00338486-202401-07

Госзадание (руководитель Загидуллин А.А.)

Q1

139. Charushin V.N., Verbitskiy E.V., Chupakhin O.N., Vorobyeva D.V., Gribanov P.S., Osipov S.N., Ivanov A.V., Martynovskaya S.V., Sagitova E.F., Dyachenko V.D.,

Dyachenko I.V., Krivokolysko S.G., Dotsenko V.V., Aksenov A.V., Aksenov D.A., Aksenov N.A., Larin A.A., Fershtat L.L., Muzalevskiy V.M., Nenajdenko V.G., Gulevskaya A.V., Pozharskii A.F., Filatova E.A., Belyaeva K.V., Trofimov B.A., Balova I.A., Danilkina N.A., Govdi A.I., Tikhomirov A.S., Shchekotikhin A.E., Novikov M.S., Rostovskii N.V., Khlebnikov A.F., Klimochkin Yu.N., Leonova M.V., Tkachenko I.M., Mamedov V.A., Mamedova V.L., Zhukova N.A., Semenov V.E., Sinyashin O.G., Borshchev O.V., Luponosov Yu.N., Ponomarenko S.A., Fisyuk A.S., Kostyuchenko A.S., Ilkin V.G., Beryozkina T.V., Bakulev V.A., Gazizov A.S., Zagidullin A.A., Karasik A.A., Kukushkin M.E., Beloglazkina E.K., Golantsov N.E., Festa A.A., Voskresensky L.G., Moshkin V.S., Buev E.M., Sosnovskikh V.Ya., Mironova I.A., Postnikov P.S., Zhdankin V.V., Yusubov, M.S. Yaremenko I.A., Vil' V.A., Krylov I.B., Terent'ev A.O., Gorbunova Yu.G., Martynov A.G., Tsi-vadze A.Yu., Stuzhin P.A., Ivanova S.S., Koifman O.I., Burov O.N., Kletskii M.E., Kurbatov S.V., Yarovaya O.I., Volcho K.P., Salakhutdinov N.F., Panova M.A., Burgart Ya.V., Saloutin V.I., Sitdikova A.R., Shchegravina E.S., Fedorov A.Yu. *The chemistry of heterocycles in the 21st century* // Russ. Chem. Rev. – 2024. – Vol. 93, Is. 7. – Art. No. RCR5125. doi 10.59761/RCR5125

Q4

140. Zhiltsova E.P., Vasileva L.A., Zagidullin A.A., Zakharova L.Ya. *Solubilization of artemisinin in solutions of cationic surfactants* // Russian Journal of General Chemistry. – 2024. – Vol. 94, No. 7. – P. 1672-1681. doi 10.1134/S1070363224070090

Другие источники финансирования

Q1

141. Aetov A.U., Mazanov S.V., Usmanov R.A., Gabitova A.R., Gumerov F.M., Shapovalov Yu.A., Zaripov Z.I., Musin R.Z. *Oxidation of phenol and acetone in a model water flow in continuous mode at high pressure* // Eurasian Chem.-Technol. J. – 2024. – Vol. 26. – P. 21–27. doi 10.18321/ectj1562
142. Akhmadeev B.S., Nizameev I.R., Kholin K.V., Voloshina A.D., Gerasimova T.P., Gubaidullin A.T., Romashchenko A.V., Zavjalov E.L., Kashnik I.V., Brylev K.A., Mustafina A.R. *Specificity of hexarhenium cluster anions for synthesis of Mn²⁺-based nanoparticles with lamellar shape and pH-induced leaching for specific organ selectivity in MRI contrasting* // Journal of Colloid and Interface Science. – 2024. – Vol. 659. – P. 1052-1062. doi 10.1016/j.jcis.2023.12.182
143. Andreeva O.V., Voloshina A.D., Lyubina A.P., Garifullin B.F., Sapunova A.S., Amerhanova S.K., Strobykina I.Yu., Belenok M.G., Babaeva O.B., Saifina L.F., Semenov V.E., Kataev V.E. *Acetylenyl substituted nucleic bases and their triphenylphosphonium (TPP) conjugates. Unexpected surge in cytotoxicity* // Bioorg. Chem. – 2024. – Vol. 142. – Art. No. 106959. doi 10.1016/j.bioorg.2023.106959

144. Ayub H., Ahmad I., Jabeen U., Aamir M., Ullah A., Mushtaq A., Behlil F., Javaid B., Syed A., Elgorban A.M., Bahkali A.H., Zairov R. *Enhanced anticancer and biological activities of environmentally friendly Ni/Cu-ZnO solid solution nanoparticles* // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No. 23. – e39912. doi 10.1016/j.heliyon.2024.e39912
145. Bogdanov I., Mironova D., Sultanova E., Burilov V., Solovieva S.E., Antipin I.S. *New asymmetric gemini triazole surfactants with a polar tri-ethyleneglycol fragment: Synthesis and physical-chemical properties* // Molecules. – 2024. – Vol. 29, Is. 22. – Art. No. 5420. doi 10.3390/molecules29225420
146. Daminova A.G., Leksin I.Y., Khabibrakhmanova V.R., Gurjanov O.P., Galeeva E.I., Trifonova T.V., Khamatgalimov A.R., Beckett R.P., Minibayeva F.V. *The roles of the anthraquinone parietin in the tolerance to desiccation of the lichen Xanthoria parietina: Physiology and anatomy of the pale and bright-orange thalli* // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25. – Art. No. 7067. doi 10.3390/ijms25137067
147. Dhamudia K., Mahato S., Singh R., Kumar A., Panda S., Sahu M., Hasnain M.S.M., Zairov R. *Heat propagation phenomenon of compressed natural gas air premixed laminar flame impinging on a flat surface* // Case Studies in Thermal Engineering. – 2024. – Vol. 64. – Art. No. 105571. doi 10.1016/j.csite.2024.105571
148. Dovzhenko A.P., Yapryntseva O.A., Sinyashin K.O., Doolotkeldieva T., Zairov R.R. *Recent progress in the development of encapsulated fertilizers for time-controlled release* // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No. 15. – e34895. doi 10.1016/j.heliyon.2024.e34895
149. Dymerska A.G., Wenelska K., Vagizov F., Zinnatullin A.L., Zairov R., Mijowska E. *Green reaction engineering towards an iron-based nanostructured hybrid as an electrocatalyst for oxygen evolution reaction* // J. Mater. Chem. A. – 2024. – Vol. 12, No. 26. – P. 16007-16021. doi 10.1039/D4TA01193G
150. Fetin P.A., Zorin I.M., Shaihtudinova Z.M., Masson P., Pashirova T.N. *Polystyrene-poly(acrylic acid) block copolymers for encapsulation of butyrylcholinesterase into injectable nanoreactors* // Biomolecules. – 2024. – Vol. 14. – Art. No. 1555. doi 10.3390/biom14121555
151. Fominykh O.D., Sharipova A.V., Balakina M.Yu. *Atomistic modeling of electric field poling of PMMA-based polymer material with guest quinoxaline chromophores* // J. Molec. Liq. – 2024. – Vol. 407. – Art. No. 125224. doi 10.1016/j.molliq.2024.125224
152. Giri J., Saravanan R., Zairov R., Hasnain S.M.M. *Nanofuels of Al₂O₃/SiO₂/MgO/tamarind seed oil biodiesel for CI engines: An evaluation of combustion consumption and emission performance* // International Journal of Thermofluids. – 2024. – Vol. 23. – Art. No. 100815. doi 10.1016/j.ijft.2024.100815
153. Govindarajan R., Fayzullin R.R., Deolka S., Khaskin E., Vasylevskyi S., Vardhanapu P.K., Pal S., Khusnutdinova J.R. *Facile access to cationic methylstannylenes and silylenes stabilized by E–Pt bonding and their methyl group transfer reactivity* // Chem. Eur. J. – 2024. – Vol. 30, No. 8. – e202303789. doi 10.1002/chem.202303789
154. Kashapov R., Razuvaeva Y., Ziganshina A., Salnikov V., Zakharova L. *A supramolecular catalyst based on sodium alginate and viologen calix[4]resorcinol for the room temperature hydrolysis of paraoxon* // Int. J. Biol. Macromol. – 2024. – Vol. 257. – Art. No. 128578. doi 10.1016/j.ijbiomac.2023.128578
155. Katsyuba S.A., Burganov T.I. *Computationally assisted vibrational spectroscopy of nucleic acid bases. 2. Thymine* // Spectrochim. Acta A. – 2024. – Vol. 309. – Art. No. 123832. doi 10.1016/j.saa.2023.123832
156. Khachatryan A.A., Mukhametzyanov T.A., Salikhov R.Z., Klimova A.E., Gafurov Z.N., Kantyukov A.O., Yakhvarov D.G., Garifullin B.F., Mironova D.A., Voloshina A.D., Solomonov B.N. *New ionic liquids based on 5-fluorouracil: Tuning of BSA binding and cytotoxicity* // Int. J. Biol. Macromol. – 2024. – Vol. 257. – Art. No. 128642. doi 10.1016/j.ijbiomac.2023.128642
157. Khariushin I.V., Bulach V., Solovieva S.E., Antipin I.S., Ovsyannikov A.S., Ferlay S. *Thiacalix[4]arene macrocycles as versatile building blocks for the rational design of high-nuclearity metallic clusters, metallamacrocycles, porous coordination cages and containers* // Coordination Chemistry Reviews. – 2024. – Vol. 513. – Art. No. 215846. doi 10.1016/j.ccr.2024.215846
158. Khariushin I.V., Bulach V., Ward J.S., Rissanen K., Solovieva S.E., Antipin I.S., Ovsyannikov A.S., Ferlay S. *Synthesis, crystal structure, and gas sorption studies of two neutral octahedral {MII₂4}-cages built from sulfonylthiacalix[4]arene tetranuclear clusters and triazine linkers* // CrystEngComm. – 2024. – Vol. 26. – P. 6789-6795. doi 10.1039/D4CE00964A
159. Khrizanforov M., Nailieva F.F., Ivshin K., Zagidullin A., Samorodnova A.P., Shekurov R.P., Milyukova P., Laskin A., Novikov A.S., Milyukov V. *Ugi's amine based coordination polymers as a synergistic catalysts for electrocatalytic reduction of carbon dioxide* // Dalton Trans. – 2024. – Vol. 53. – P. 17351-17360. doi 10.1039/D4DT01181C
160. Kondrashova S.A., Latypov S.K. *DFT Approach for predicting ¹³C NMR shifts of atoms directly coordinated to Pt: Scopes and limitations* // Molecules. – 2024. – Vol. 29. – Art. No. 6052. doi 10.3390/molecules29246052
161. Kononov A.I., Strekalova S.O., Morozov V.I., Boyko K.V., Timashev V.I., Medvedev M.G., Babaeva O.B., Kobeleva E.V., Ivshin K.A., Babaev V.M., Budnikova Y.H. *Replacing sulfuric acid with water in electrochemical metal-free mild aromatic C–H amidation: A direct route to N-phenylamides* // Org. Chem. Front. – 2024. doi 10.1039/D4QO01296H
162. Kumar S., Premkumar M., Giri J., Hasnain S.M.M., Zairov R., Wu J., Huang Z. *Bismuth-based nanoparticles and nanocomposites: Synthesis and applications* // RSC Adv. – 2024. – Vol. 14, No. 53. – P. 39523-39542. doi 10.1039/D4RA05637J

163. Kushnazarova R.A., Mirgorodskaya A.B., Vasilieva E.A., Lenina O.A., Petrov K.A., Zakharova L.Ya. *New piperidinium surfactants with carbamate fragments as effective adjuvants in insecticide compositions based on imidacloprid* // Pest Manage. Sci. – 2024. – Vol. 693. – Is. 11. – P. 5965-5973. doi 10.1002/ps.8329
164. Kuznetsov D.M., Kuznetsova D.A., Valeeva F.G., Nizameev I.R., Zakharova L.Ya. *Micellar nanocontainers based on biamphiphilic surfactants containing morpholinium cation and deoxycholate anion for hydrophobic drugs* // J. Mol. Liq. – 2024. – Vol. 414. – Art. No. 126288. doi 10.1016/j.molliq.2024.126288
165. Kuznetsova E.A., Rysaeva R.R., Smolobochkin A.V., Gazizov A.S., Gerasimova T.P., Gerasimova D.P., Lodochnikova O.A., Morozov V.I., Vatsadze S.Z., Burilov A.R., Pudovik M.A. *Hypervalent sulfur derivatives as sulfenylating reagents: Visible-light-mediated direct thiolation of activated C(Sp²)-H bonds with dihalosulfuranes* // Organic Letters. – 2024. – Vol. 26, No. 20. – P. 4323-4328. doi 10.1021/acs.orglett.4c01305
166. Makarova V.V., Vlasova A.V., Antonov S.V., Borisova Y.Y., Borisov D.N., Yakubov M.R. *Effect of surfactants on the structure, thermal conductivity, and rheology of composites based on paraffin and petroleum asphaltenes* // Energy & Fuels. – 2024. doi 10.1021/acs.energyfuels.4c00632
167. Manjunath Gowda M.R., Kiran Gowda M.R., Vijaykumar R.S., Durga Prasad C., Banagar A.R., Solaimuthu C., Hasnain M.S.M., Zairov R. *Experimental investigation on CO₂ emission characteristics of modified SI-engine with direct fuel injection (DFI) technique* // ES Energy Environ. – 2024. doi 10.30919/ese1223
168. Mijowska E., Dymerska A., Leniec G., Maślana K., Aleksandrak M., Zairov R., Nazmutdinov R., Chen X. *Ni-based compounds in multiwalled graphitic shell for electrocatalytic oxygen evolution reactions* // Adv. Compos. Hybrid. Mater. – 2024. – Vol. 7, No. 5. – Art. No. 172. doi 10.1007/s42114-024-00981-9
169. Muhammad Irfan Hussain, Muhammad Umar Farooq, Zairov R.R., Moussab Harb. *Single-atom catalysts for electrocatalytic applications: Synthetic strategies, in-situ characterization, and future challenges* // Applied Materials Today. – 2024. – Vol. 36. – Art. No. 102037. doi 10.1016/j.apmt.2023.102037
170. Murashkina A.V., Bogdanov A.V., Voloshina A.D., Lyubina A.P., Samorodov A.V., Mitrofanov A.Y., Beletskaya I.P., Smolyarchuk E.A., Zavadich K.A., Valiullina Z.A., Nazmieva K.A., Korunas V.I., Krylova I.D. *Base-catalyzed reaction of isatins and (3-hydroxyprop-1-yn-1-yl)phosphonates as a tool for the synthesis of spiro-1,3-dioxolane oxindoles with anticancer and anti-platelet properties* // Molecules. – 2024. – Vol. 29. – Art. No. 4764. doi 10.3390/molecules29194764
171. Neganova M., Aleksandrova Y., Voloshina A., Lyubina A., Appazov N., Yespenbetova Sh., Valiullina Z., Samorodov A., Bukharov S., Gibadullina E., Tapalova A., Bogdanov A. *Biological activity evaluation of phenolic isatin-3-hydrazones containing a quaternary ammonium center of various structures* // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25. – Art. No. 11130. doi 10.3390/ijms252011130
172. Pashirova T., Salah-Tazdaït R., Tazdaït D., Masson P. *Applications of microbial organophosphate-degrading enzymes to detoxification of organophosphorous compounds for medical countermeasures against poisoning and environmental remediation* // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25, Is. 14. – Art. No. 7822. doi 10.3390/ijms25147822
173. Pashirova T., Shaihtudinova Z., Tatarinov D., Titova A., Malanyeva A., Vasileva O., Gabdurakhmanov K., Dudnikov S., Schopfer L.M., Lockridge O., Masson P. *Pharmacokinetics and fate of free and encapsulated IRD800CW-labelled human BChE intravenously administered in mice* // Int. J. Biol. Macromol. – 2024. – Vol. 282. – Part 6. – Art. No. 137305. doi 10.1016/j.ijbiomac.2024.137305
174. Pashirova T.N., Nemtarev A.V., Buzyurova D., Shajhtudinova Z., Dimukhametov M.N., Babaev V.M., Voloshina A.D., Mironov V.F. *Terpenes-modified lipid nanosystems for temozolomide, improving cytotoxicity against glioblastoma human cancer cells in vitro* // Nanomaterials. – 2024. – Vol. 14. – Art. No. 55. doi 10.3390/nano14010055
175. Rahman M.A. Sanjay Kumar Gupta, Akyzbekov N., Zhapparbergenov R., Hasnain M.S.M., Zairov R. *Comprehensive overview of heat management methods for enhancing photovoltaic thermal systems* // Science. – 2024. – Art. No. 110950. doi 10.1016/j.isci.2024.110950
176. Rahman M.A., Zairov R., Akyzbekov N., Zhapparbergenov R., Hasnain S.M.M. *Pioneering heat transfer enhancements in latent thermal energy storage: Passive and active strategies unveiled* // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No. 19. – e37981. doi 10.1016/j.heliyon.2024.e37981
177. Salin A.V., Shabanov A.A., Khayarov Kh.R., Islamov D.R., Voloshina A.D., Amerhanova S.K., Lyubina A.P. *Phosphine-catalyzed synthesis and cytotoxic evaluation of michael adducts of the sesquiterpene lactone arglabin* // ChemMedChem. – 2024. – e202400045. doi 10.1002/cmdc.202400045
178. Sautina N.V., Gnezdilov O.I., Gubaidullin A.T., Galyametdinov Yu.G. *Study of self-organization and structural phase transitions in water /AOT/isopropyl myristate biocompatible system* // J. Mol. Liq. – 2024. – Vol. 407. – Art. No. 125193. doi 10.1016/j.molliq.2024.125193
179. Sibgatullina G., Ramazanova I., Salnikov V., Stepanov A., Voloshina A., Sapunova A., Mustafina A., Petrov K., Samigullin D. *Increased endocytosis rate and enhanced lysosomal pathway of silica-coated superparamagnetic nanoparticles into M-HeLa cells compared with cultured primary motor neurons* // Histochem. Cell Biol. – 2024. – Vol. 161. – P. 507-519. doi 10.1007/s00418-024-02283-z

180. Smolobochkin A., Niyazova D., Gazizov A., Syzdykbayev M., Voloshina A., Amerhanova S., Lyubina A., Neganova M., Aleksandrova Y., Babaeva O., Voronina J., Appazov N., Sinyashin O., Alabugin I., Burilov A., Pudovik M. *Discovery of Di(Het)arylmethane and dibenzoxanthene derivatives as potential anticancer agents* // International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – Vol. 25, No. 12. – P. 6724. doi 10.3390/ijms25126724
 181. Strelnikova I.V., Shutilov I.D., Ovsyannikov A.S., Islamov D.R., Pyataev A.V., Gerasimova T.P., Khamatgalimov A.R., Khrizanforov M.N., Gubaidullin A.T., Burilov V.A., Solovieva S.E., Antipin I.S. *Elucidating the role of the o-methoxy group in the lower rim appended salicylideneamine substituents of calix[4]arene ligands on the molecular and electronic structures of dinuclear Fe(III)-based diamond-core complexes* // CrystEngComm. – 2024. – Vol. 26. – P. 3973-3988. doi 10.1039/D4CE00347K
 182. Sukocheva O.A., Neganova M.E., Aleksandrova Y., Burcher J.T., Chugunova E., Fan R., Tse E., Sethi G., Bishayee A., Liu J. *Signaling controversy and future therapeutical perspectives of targeting sphingolipid network in cancer immune editing and resistance to tumor necrosis factor- α immunotherapy* // Cell Commun. Signal. – 2024. – Vol. 22. – Art. No. 251. doi 10.1186/s12964-024-01626-6.
 183. Suwaid M.A., Al-Mishaal O.F., Al-Muntaser A.A., Varfolomeev M.A., Djimasbe R., Reyimkulyyeva S.U., Abdullah M.A., Al-Qaili A.M., Mikhailova A.N., Zinnatullin A.L., Emelianov D.A., Zairov R.R., Vagizov F.G. *Water-soluble catalysts based on nickel and iron for in situ catalytic upgrading of boca de jaruco high-sulfur extra-heavy crude oil* // Energy Fuels. – 2024. – Vol. 38, No. 2. – P. 1098-1110. doi 10.1021/acs.energyfuels.3c03868
 184. Varfolomeev S.D., Švedas V., Efremenko E.N., Egorov A.M., Khrenova M.G., Tishkov V.I. et al. *Biocatalysis: Modern problems and applications* // Russ. Chem. Rev. – 2024. – Vol. 93, Is. 12. – Art. No. RCR5144. doi 10.59761/RCR5144
 185. Vasileva L.A., Gaynanova G.A., Romanova E.A., Petrov K.A., Feng Ch., Zakharova L.Ya., Sinyashin O.G. *Supramolecular approach to the design of nanocarriers for antidiabetic drugs: Focusing on targeted patient-friendly therapy* // Russ. Chem. Rev. – 2024. – Vol. 93, Is. 11. – Art. No. RCR5150. doi 10.59761/RCR5150
 186. Vasilieva E.A., Valeeva F.G., Babkin R.A., Amerhanova S.K., Voloshina A.D., Nizameev I.R., Zakharov V.M., Valeeva D.N., Zueva I.V., Petrov K.A., Zakharova L.Ya. *Design of glycol chitosan-decorated liposomes for the intranasal delivery of hydrophilic substances: Physicochemical and in vitro/in vivo biological assessment* // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2024. – Vol. 693. – Art. No. 134073. doi 10.1016/j.colsurfa.2024.134073
 187. Zairov R., Syed A., Tawfiq M., Al-Hussainy A., Mansoor A.S., Radi U.K., Idan A.H., Bahair H., Al-Shwaiman H.A., Subramaniam M., Wong L.S., Janani B.J., Sinyashin O.G. *Preparation of amorphous Nd/Dy-based metal organic framework@MXene for solar driven selective photocatalytic and serving as sensor for fluorescence quenching detection, and biological activity* // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2024. – Art. No. 125406. doi 10.1016/j.saa.2024.125406
 188. Zairov R.R., Kornev T.A., Akhmadeev B.S., Dovzhenko A.P., Vasilyev V.A., Kholin K.V., Nizameeva G.R., Mukhametzyanov T.A., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Mustafina A.R. *Expanding Mn²⁺ loading capacity of BSA via mild non-thermal denaturing and cross-linking as a tool to maximize the relaxivity of water protons* // International Journal of Biological Macromolecules. – 2024. – Vol. 266, Is. 2. – Art. No. 131338. doi 10.1016/j.ijbiomac.2024.131338
 189. Zalaltdinova A.V., Sadykova Y.M., Gazizov A.S., Smailov A.K., Syakaev V.V., Gerasimova D.P., Chugunova E.A., Akyzbekov N.I., Zhapparbergenov R.U., Appazov N.O., Burilov A.R., Pudovik M.A., Alabugin I.V., Sinyashin O.G. *Superelectrophilic activation of phosphacoumarins towards weak nucleophiles via Brønsted acid assisted Brønsted acid catalysis* // Intern. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25. – Art. No. 6327. doi 10.3390/ijms25126327
 190. Zlotin S.G., Egorova K.S., Ananikov V.P., Akulov A.A., Varaksin M.V., Chupakhin O.N., Charushin V.N., Bryliakov K.P., Averin A.D., Beletskaya I.P., Dolengovski E.L., Budnikova Yu.H., Sinyashin O.G., Gafurov Z.N., Kantyukov A.O., Yakhvarov D.G., Aksenov A.V., Elinson M.N., Nenajdenko, Chibiryayev A.M., Nesterov N.S., Kozlova E.A., Martyanov O.N., Balova I.A., Sorokoumov V.N., Guk D.A., Beloglazkina E.K., Lemenovskii D.A., Chukicheva I.Yu., Frolova L.L., Izmet's'ev E.S., Dvornikova I.A., Popov A.V., Kutchin A.V., Borisova D.M., Kalinina A.A., Muzafarov A.M., Kuchurov I.V., Maximov A.L., Zolotukhina A.V. *The green chemistry paradigm in modern organic synthesis* // Russ. Chem. Rev. – 2023. – Vol. 92, Is. 12. – Art. No. RCR5104. doi 10.59761/RCR5104
- Q2*
191. Amirov R.R., Ziyatdinova A.B., Mustafina A.O., Akhmadeev B.S., Zhuravleva Y.I., Gubaidullin A.T., Mustafina A.R., Nizovtsev A.V., Zairov R.R. *Novel sight into Mn(II) complexation with some tri- and tetradentate ligands in aqueous solutions. Specific aspects of interacting with β -aminotricarballylic acid* // Inorganica Chimica Acta. – 2024. – Vol. 568. – P. 122095. doi 10.1016/j.ica.2024.122095
 192. Arkhipova D.M., Samigullina A.I., Minyaev M.E., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Ermolaev V.V. *Synthesis, crystal structure, and biological activity of menthol-based chiral quaternary phosphonium salts (CQPSs)* // Struct. Chem. – 2024. – Vol. 35. – P. 75–88. doi 10.1007/s11224-023-02259-0
 193. Deng R., Huang Z., Wu J., Feng L.Z., Hu W., Tang Y.F., Tan H., Zhang H., Zairov R., Pan Z. *Biogas to*

- chemicals: A review of the state-of-the-art conversion processes* // Biomass Conv. Bioref. – 2024. doi 10.1007/s13399-024-06343-1
194. Dolengovski E.L., Fayzullin R.R., Kholin K.V., Voloshina A.D., Lyubina A.P., Sapunova A.S., Shamsutdinova L.R., Rizvanov I.Kh., Sinyashin O.G., Budnikova Y.H. *Stable cyclometallated palladium complexes of arylamides: Synthesis, redox and anticancer activities* // Eur. J. Inorg. Chem. – 2024. – e202400426. doi 10.1002/ejic.202400426
195. Dovzhenko A.P., Vasilyev V.A., Kornev T.A., Chinarev A.A., Nizovtsev A.V., Zairov R.R., Sinyashin O.G., Mustafina A.R. *Bimodal magneto-luminescent response of lanthanide metallopolymer for distinguishing of phosphates in aqueous solutions* // Macromol. Chem. Phys. – 2024. – Art. No. 2400253. doi 10.1002/macp.202400253
196. Dymerska A.G., Wenelska K., Zinnatullin A.L., Zairov R., Mijowska E. *Electroactive heterojunctions of iron-based compounds in oxygen evolution reaction – insight into synergy and mechanism* // Electrochimica Acta. – 2024. – Vol. 482. – Art. No. 144005. doi 10.1016/j.electacta.2024.144005
197. Faizullin B.A., Spiridonova Y.S., Kholin K.V., Khrizanforov M.N., Litvinov I.A., Voloshina A.D., Parfenov A.A., Musina E.I., Strelnik I.D., Karasik A.A., Mustafina A.R. *Structure-dependent aggregation and ROS-generation in aqueous media of new cationic copper(I) complexes based on 1,5,3,7-diazadiphosphacyclooctanes* // Inorganica Chimica Acta. – 2025. – Vol. 574. – Art. No. 122382. doi 10.1016/j.ica.2024.122382
198. Farooq M., Dovzhenko A., Zairov R., Abyzbekova G., Harb M., Arkook B., Akyzbekov N., Tapalova A., Makhlof M. *Insights into the engineered gold nanoparticles based remedy for supplementation therapy of ovarian carcinoma* // ACS Omega. – 2024. doi 10.1021/acsomega.4c04134
199. Gaifutdinov A.M., Andrianova K.A., Amirova L.M., Milyukov V.A., Zagidullin A.A., Amirov R.R. *Low-flammability carbon fiber reinforced composites based on low-viscosity phosphorus-containing epoxy binders for transfer molding methods* // Materials Today Communications. – 2024. – Vol. 40. – Art. No. 109340. doi 10.1016/j.mtcomm.2024.109340
200. Galimova M.F., Burdina K.A., Dobrynin A.B., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Musina E.I., Karasik A.A. *Silver(I) complexes based on cyclic arsine ligands: Synthesis, structure and bioactivity* // Inorganica Chimica Acta. – 2024. – Vol. 563. – Art. No. 121896. doi 10.1016/j.ica.2023.121896
201. Khrizanforova V.V., Fayzullin R.R., Kartashov S.V., Morozov V.I., Khrizanforov M.N., Gerasimova T.P., Budnikova Y.H. *Carbon dioxide electroreduction and formic acid oxidation by formal nickel(I) complexes of di-isopropylphenyl bis-iminoacenaphthene* // Chem. Eur. J. – 2024. – e202400168. doi 10.1002/chem.202400168
202. Khrizanforova V.V., Fayzullin R.R., Morozov V.I., Budnikova Y.H. *Proton-assisted seven-electron acceptor properties of di-iso-propylphenyl-bis-iminoacenaphthene* // Dalton Trans. – 2024. – Vol. 53. – P. 11659-11663. doi 10.1039/D4DT01039F
203. Kushnazarova R.A., Mirgorodskaya A.B., Kuznetsov D.M., Vasilieva E.A., Amerhanova S.K., Voloshina A.D., Zakharova L.Ya. *Piperidinium surfactants functionalized with carbamate fragment: Aggregation, antimicrobial activity and cytotoxicity* // Biochim. Biophys. Acta, Gen. Subj. – 2024. – Vol. 1868, Is. 3. – P. 130562. doi 10.1016/j.bbagen.2024.130562
204. Rahman M.A., Hasnain M.S.M., Pandey S., Tapalova A., Akyzbekov N., Zairov R. *Review on nano fluids: Preparation, properties, stability, and thermal performance augmentation in heat transfer applications* // ACS Omega. – 2024. doi 10.1021/acsomega.4c03279
205. Moradi H., Govindarajan R., Nguyen H.G., Deolka S., Dinh H.M., Khaskin E., Fayzullin R.R., Vasylevskiy S., Khusnutdinova J.R. *Synthesis and aerobic oxidation of perfluoroalkyl d 10 metal complexes supported by 2,7-dimethyl-1,8-naphthyridine* // Eur. J. Inorg. Chem. – 2024. – Vol. 27, No. 23. – Art. No. e202400257. doi 10.1002/ejic.202400257
206. Ocherednyuk E., Sultanova E.D., Makarov E.G., Fedoseeva A.A., Khannanov A.A., Evtugyn V.G., Solovieva S.E., Burirov V.A., Antipin I.S. *Epichlorohydrin-based CuAAC dendrimers with a calix[4]arene core and polar hydroxyl/oxyethyl terminal groups: Synthesis, aggregation and use in catalysis* // New Journal of Chemistry. – 2024. – Vol. 48, No. 31. – P. 13999–1401210. doi 10.1039/D4NJ02942A
207. Ovsyannikov A.S., Strelnikova I.V., Samigullina A.I., Islamov D.R., Cherosov M.A., Batulin R.G., Kiiamov A.G., Gubaidullin A.T., Dorovatovskii P.V., Solovieva S.E., Antipin I.S. *Influence of neutral auxiliary ligands on crystal structure and magnetic behaviour of new [Mn^{II}₂Mn^{III}]₂ clusters supported by p-adamantylcalix[4]-arene* // New J. Chem. – 2024. – Vol. 48. – P. 203-215. doi 10.1039/D3NJ04809H
208. Razuvayeva Yu., Kashapov R., Ziganshina A., Salnikov V., Sapunova A., Voloshina A., Zakharova L. *Drug binding and delivery with supramolecular system based on sodium carboxymethylcellulose and viologen calix[4]-resorcinol* // Chemistry – An Asian Journal. – 2024. – e202400709. doi 10.1002/asia.202400709
209. Shustikov A.A., Kalinin A.A., Shmelev A.G., Gaysin A.I., Vakhonina T.A., Khamatgalimov A.R., Balakina M.Yu. *Nonlinear optical activity of polymer materials doped with quinoxaline-based chromophores containing TBDPSO groups* // Materials Letters. – 2024. – Vol. 358. – Art. No. 135809. doi 10.1016/j.matlet.2023.135809
210. Sultanova E.D., Fedoseeva A.A., Fatykhova A.M., Mironova D.A., Ziganshina S.A., Ziganshin M.A., Evtugyn V.G., Burirov V.A. Solovieva S.E., Antipin I.S. *Multi-functional imidazolium dendrimers based on thiacalix[4]arenes: Self-assembly, catalysis and DNA*

- binding* // *Soft Matter*. – 2024. – Vol. 20. – P. 7072–7082. doi 10.1039/D4SM00764F
211. Syakaev V.V., Masliy A.N., Podyachev, S.N., Sudakova S.N., Shvedova A.E., Lentin, I.I., Gorbunov, A.N., Vatsouro I.M., Lapaev D.V., Mambetova G.Sh., Kovalev V.V., Kuznetsov A.M., Mustafina A.R. *NMR and DFT-study of new luminescent Eu³⁺ complexes based on calix[4]arenes with 1,2,3-triazole and 1,3-diketone groups* // *Inorganica Chim. Acta*. – 2024. – Vol. 561 – P. 121848. doi 10.1016/j.ica.2023.121848
212. Tatarinov D.A., Mikulenkova E.A., Litvinov I.A., Khayarov K., Mironov V.F. *Divergent synthesis of oxaphospholenes and phosphacoumarines via the reaction of 2-alkenylphenols with PCl₃ or PCl₅* // *Org. Biomol. Chem*. – 2024. – Vol. 22, No. 8. – P. 1629–1633. doi 10.1039/d3ob01718d
213. Tosun D.C., Açıklalp E., Altuntas O., Palmero-Marrero A.I., Zairov R., Borge-Diez D. *Exergetic, economic and exergy-based sustainability analysis of a power generation system with CO₂ capture and methanol production* // *Energy Reports*. – 2024. – Vol. 12. – P. 1094–1108. doi 10.1016/j.egy.2024.07.001
214. Wei Hu, Zeai Huang, Jundao Wu, Hao Tan, Yifan Tang, Zilong Feng, Rui Deng, Hongwei Zhang, Rustem Zairov, Zhicheng Pan. *Catalyst development for biogas dry reforming: A review of recent progress* // *Catalysts*. – 2024. – Vol. 14, No. 8. – Art. No. 494. doi 10.3390/catal14080494
215. Zoughaib M., Pashirova T.N., Nikolaeva V., Kamalov M., Nakhmetova F., Salakhieva D.V., Abdullin T.I. *Anticancer and chemosensitizing effects of menadione-containing peptide-targeted solid lipid nanoparticles* // *J. Pharm. Sci*. – 2024. – Vol. 113, Is. 8. – P. 2258–2267. doi 10.1016/j.xphs.2024.03.009
- Q3
216. Andreeva O.V., Belenok M.G., Strobykina I.Yu., Saifina L.F., Lyubina A.P., Sapunova A.S., Voloshina A.D., Garifullin B.F., Semenov V.E., Kataev V.E. *Synthesis and cytotoxicity against M-HeLa, HuTu-80, and MCF-7 human cancer cells of the first nucleoterpenoids of the isosteviol diterpenoid platform* // *Chem. Nat. Comp*. – 2024. – Vol. 60, No. 6. – P. 2061–2065. doi 10.1007/s10600-024-04520-2.
217. Artemenko A., Sultanova E., Mironova D., Akhatova A., Bondareva E., Islamov D., Usachev K., Solovieva S., Burilov V., Antipin I. *Amphiphilic fluorescein triazoles: Synthesis and visible-light catalysis in water* // *Organics*. – 2024. – Vol. 5. – P. 346–360. doi 10.3390/org5030018
218. Bogdanov A.V., Bukharov S.V., Yusupov A.N., Litvinov I.A., Voloshina A.D., Tagasheva R.G., Kolpakova E.V. *Ammonium acylhydrazones based on 4,6-di-tert-butyl-2,3-dihydroxybenzaldehyde: Synthesis, possibilities of functionalization, and evaluation of biological activity* // *Russ. Chem. Bull*. – 2024. – Vol. 73, No. 3. – P. 704–713. doi 10.1007/s11172-024-4181-2 [Богданов А.В., Бухаров С.В., Юсупов А.Н., Литвинов И.А., Волошина А.Д., Тагашева Р.Г., Колпакова Е.В. *Аммонииум ацилгидразоны на основе 4,6-ди-трет-бутил-2,3-дигидроксибензальдегида: синтез, возможности функционализации и повышения биологической активности* // *Изв. АН. Сер. хим*. – 2024. – Т. 73, № 3. – С. 704–713]
219. Churbanova, E.S., Gabdrakhmanova, F.B., Kleshnina, S.R., Burilov V.A., Solovieva, S.E., Antipin, I.S. *New azo derivatives of thiocalix[4]arene: Synthesis, structure and complexation with dyes* // *Macroheterocycles*. – 2024. – Vol. 17, Is. 3. – P. 255–263. doi 10.6060/mhc245818g
220. Dayanova I.R., Sabirova Z.R., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Shmelev A.G., Musina E.I., Strelnik I.D., Karasik A.A. *Luminescent, low-toxic P,P-bis-chelate copper(II) complexes with N-alkylaryl-substituted 1,5-diaza-3,7-diphosphacyclooctanes* // *Rus. Chem. Bull*. – 2024. – Vol. 73. – P. 1811–1817. doi 10.1007/s11172-024-4298-3
221. Furer V., Vandyukov A., Nomerotskaya E., Mukhtarova M., Kovalev V., Kovalenko V. *Study of the 3-(3,3-Dimethylbutanoyl)-4-hydroxy-6-neopentyl-2H-pyran-2-one by IR, Raman spectroscopy, and DFT* // *Molecular Modeling Connect*. – 2024. – Vol. 11. – Art. ID. 2024.0002. doi 10.69709/MolModC.2024.118203
222. Furer V.L., Vandyukov A.E., Ovsyannikov A.S., Strelnikova I.V., Agarkov A.S., Solovieva S.E., Antipin I.S. *Study of the structure of 1,3-disubstituted thiocalix[4]arenes with phthalimide and imine groups using vibrational and NMR spectroscopy* // *Struct. Chem*. – 2024. – Vol. 35. – P. 147901491. doi 10.1007/s11224-024-02298-1
223. Gaifullina E.T., Shmelev A.G., Gataullina R.M., Zarafutdinova Z.R., Kornev T.A., Nizameeva G.R., Zairov R.R., Ziyatdinova A.B., Amirov R.R. *Sulfur quantum dots stabilized by myristyl trimethylammonium bromide* // *Optical Materials*. – 2024. – Vol. 157. – Art. No. 116269. doi 10.1016/j.optmat.2024.116269
224. Galkina I.V., Andriyashin V.V., Ziyatdinova G.K., Romanov S.R., Egorova S.N., Vorob'eva N.V., Shulaeva M.P., Litvinov I.A., Abzhalelov B.B., Kuzhamberdieva S.Zh., Bakhtiyarova Yu.V. *Crystal structures and antimicrobial and antioxidant activities of phosphonium compounds containing 3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl fragment* // *Russ. Chem. Bull*. – 2024. – Vol. 73, No. 3. – P. 695–703. doi 10.1007/s11172-024-4180-3 [Галкина И.В., Андрияшин В.В., Зиятдинова Г.К., Романов С.Р., Егорова С.Н., Воробьева Н.В., Шулаева М.П., Литвинов И.А., Абжалелов Б.Б., Кужамбердиева С.Ж., Бахтиярова Ю.В. *Кристаллическая структура, антимикробная и антиоксидантная активность фосфониевых соединений, содержащих 3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксибензильный фрагмент* // *Изв. АН. Сер. хим*. – 2024. – Т. 73, № 3. – С. 695–703.]
225. Gerasimova D.P., Veremeichik Ya.V., Lodochnikova O.A. *Dynamic stereochemistry at work: Configurational lability of nitrogen and sulfur atoms within a sulfonamide moiety as a cause of forming supramolecular diastereomers in crystals* // *Struct. Chem*. – 2024. – Vol. 35, No. 4. – P. 1163–1172. doi 10.1007/s11224-023-02260-7

226. Gorbachuk E., Grell T., Hey-Hawkins E., Yakhvarov D. *Intermolecular insertion reactions into the P–P bond of oligophosphorus compounds* // Eur. J. Inorg. Chem. – 2024. – e202300751. doi 10.1002/ejic.202300751
227. Krinochkin A.P., Vatolina S.E., Gaviko V.S., Litvinov I.A., Valieva M.I., Shtaitz Ya.K., Rybakova S.S., Kopchuk D.S., Zyryanov G.V., Rusinov V.L. *Samarium(III) complex based on 5-phenyl-2,2'-bipyridine with the diethylenetriaminotetraacetic acid residue in the C6 position: Synthesis, crystal structure, and photophysical properties* // Koord. Khim. – 2024. – Vol. 50, No. 6. – P. 398–404. doi 10.1134/S1070328424600268
228. Podyachev S.N., Sudakova S.N., Shvedova A.E., Deltsov I.D., Masliy, A.N., Mambetova G.Sh., Syakaev V.V., Vatsouro I.M., Gorbunov A.N., Bezzubov S.I., Lapaev D.V., Kuznetsov A.M., Kovalev V.V., Mustafina A.R. *Conjugated 1,3-diketone calix[4]arenes: Synthesis, complexation and structure-dependent sensitizing of Eu^{3+} -luminescence* // Polyhedron – 2024. – Vol. 264 – P. 117271. doi 10.1016/j.poly.2024.117271
229. Strelnikova I.V., Ovsyannikov A.S., Pyataev A.V., Islamov D.R., Litvinov I.A., Dorovatovskii P.V., Solovieva S.E., Antipin I.S. *First evidencing of guest-induced spin transition for dinuclear Fe(III) complex supported by calix[4]arene Schiff base ligand* // EurJIC. – 2024. doi 10.1002/ejic.202400581
230. Strelnikova I.V., Shutilov I.D., Ovsyannikov A.S., Gabdrakhmanova F.B., Agarkov A.S., Gubaidullin A.T., Khamatgalimov A.R., Solovieva S.E., Antipin I.S. *New sterically hindered disubstituted imine derivatives of (thia)calix[4]arenes bearing bulky tert-butyl groups at the lower rim: Synthesis, structures, and complexation ability toward CoII and NiII cations in solution* // Russ. Chem. Bull. – 2024. – Vol. 73. – P. 653–668. doi 10.1007/s11172-024-4175-0
231. Zagidullin A.A., Lakomkina A.R., Gerasimova T.P., Samorodnova A.P., Khrizanforov M.N., Bezkishko I.A., Miluykov V.A. *A Study of 2,3,4,5-tetrakis(2-thienyl)-1-monophosphole and 2,3,4,5-tetrakis(2-thienyl)-1-monophosphaferrocene as building blocks for π -conjugated systems* // Journal of Organometallic Chemistry. – 2024. – Vol. 1013. – Art. No. 123163. doi 10.1016/j.jorganchem.2024.123163
232. Zagidullin A.A., Sakhapov I.F., Saitova A.M., Gerasimova T.P., Gafurov Z.N., Kagilev A.A., Morozov V.I., Zueva E.M., Khismatova D.K., Miluykov V.A., Shmelev A.G., Yakhvarov D.G. *Influence of the substituents on physico-chemical properties of 1-R-1,2-diphospholes: Theoretical and experimental study* // J. Organomet. Chem. – 2024. – Vol. 1012. – P. 123142. doi 10.1016/j.jorganchem.2024.123142
- Q4
233. Aetov A.U., Usmanov R.A., Gabitov R.R., Mazanov S.V., Vol'eva V.B., Ryzhakova A.V., Musin R.Z., Gumerov F.M., Varfolomeev S.D. *Chemical transformations of fatty acids in the hydrolysis of triglycerides. selective isolation of oleic acid from rapeseed oil under sub- and supercritical water conditions* // Russian Journal of Organic Chemistry. – 2024. – Vol. 60, No. 4. – P. 625–631. doi 10.1134/S1070428024040092
234. Akhmedov A., Gamirov R., Panina Yu., Baklagina A., Sokolova E., Zelenikhin P., Babaeva O., Babaev V., Shurpik D., Stoikov I. *Cationic amphiphilic meroterpenoids: Synthesis, antibacterial, antifungal and mutagenic activity* // Chimica Techno Acta. – 2024. – Vol. 11, No. 2. – Art. No. 202411209. doi 10.1016/j.crgsc.2024.100406
235. Brusnitsyn D.V., Medyantseva E.P., Ramazanova A.N., Prytkova A.V., Karimova E.R., Elistratova Yu.G., Mustafina A.R., Sokolov M.N., Eremin S.A., Mukhametov L.I. *Capabilities of a supramolecular system based on hexamolybdenum cluster complexes in the determination of amitriptyline in human urine using amperometric immunosensors* // Journal of Analytical Chemistry. – 2024. – Vol. 79, No. 6. – P. 726–732. doi 10.1134/S1061934824700102
236. Frantsuzova L.V., Gerasimova D.P., Gilfanov. I.R., Sudarikov D.V., Nikitina L.E., Lodochnikova O.A. *Pseudo-symmetric crystallization of fluoroquinolone derivatives with a terpene moiety* // J. Struct. Chem. – 2024. – Vol. 65, No. 3. – P. 546–560. doi 10.26902/JSC_id124068 [Французова Л.В., Герасимова Д.П., Гильфанов И.Р., Сударики Д.В., Никитина Л.Е., Лодочникова О.А. Псевдосимметричная кристаллизация производных фторхинолона с терпеновым фрагментом // Журн. структ. хим. – 2024. – Т. 65, № 3. Номер статьи 124068]
237. Gaynanova G.A., Vasileva L.A., Markelov A.K., Kuznetsov D.M., Lenina O.A., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Petrov K.A., Zakharova L.Ya. *Aggregation behavior of carbamate-functionalized monocationic morpholinium surfactants in aqueous media* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94, No. 10. – P. 2647–2661. doi 10.1134/S1070363224100104
238. Gorbachuk E.V., Mikhaylov M.A., Sheven D.G., Sokolov M.N., Yakhvarov D.G. *Rhenium iodide cluster Re_3I_9 as a precursor in the synthesis of $[Re(CO)_5I]$ and $((n-C_4H_9)_4N)_2[Re_2C_{18}]$* // Russ. J. Coord. Chem. – Vol. 50, No. 9. – P. 715–720. doi 10.1134/S1070328424600463 [Горбачук Е.В., Михайлов М.А., Соколов М.Н., Яхваров Д.Г. Кластерный иодид рения Re_3I_9 как прекурсор в синтезе $[Re(CO)_5I]$ и $((n-C_4H_9)_4N)_2[Re_2C_{18}]$ // Координационная химия. – 2024. – Т. 50, № 9. – С. 604–612. doi 10.1134/S1070328424600463]
239. Khrizanforova V.V., Fayzullin R.R., Krasovskaya E.B., Budnikova Y.H. *Reaction between 2-(2-aminoethyl)pyridine and acenaphthenequinone in the presence of $ZnCl_2$* // Russian Journal of General Chemistry. – 2024. – Vol. 94, Is. 3. – P. 737–741. doi 10.1134/S1070363224030253
240. Kononov A.I., Zlygostev A.D., Khvorova M.A., Strekalova S.O. *Electrochemical C–H/N–H coupling of phenothiazines with halogenated phenols* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. Vol. 94. – P. 3104–3112. doi 10.1134/S1070363224110343

241. Kuchkaev A.M., Kuchkaev A.M., Sukhov A.V., Ivanov A.S., Khayarov Kh.R., Dobrynin A.B., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. *Electrochemically induced phosphorus–methyl bond formation involving the complex $[Co(Ph_2PCH_2P(Ph)_2PPPP(Ph)_2CH_2PPh_2)]BF_4$* // Russ. J. Electrochem. – 2024. – Vol. 60, No. 2. – P. 129–134. doi 10.1134/S1023193524020046
242. Kuchkaev Aidar M., Zhurenok A.V., Kuchkaev Airat M., Sukhov A.V., Kashansky V.S., Nikitin M.M., Litvintseva K.A., Cherepanova S.V., Gerasimov E.Yu., Kozlova E.A., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. *Photocatalytic activity of heterostructures based on graphite-like carbon nitride modified with few-layer black phosphorus and cobalt phosphide in the hydrogen evolution reaction* // Kinet. Catal. – 2024. – Vol. 65. – P. 579–585. doi 10.1134/S0023158424601979
243. Kuznetsov D.M., Kuznetsova D.A., Valeeva F.G., Zakharova L.Ya. *New polyfunctional biamphiphilic surfactants based on alkylmethylmorpholinium cation and dodecyl sulfate anion* // Colloid Journal. – 2024. – Vol. 86, Is. 1. – P. 64–85. doi 10.1134/s1061933x23601051
244. Mansurova E.E., Maslennikov A.A., Lyubina A.P., Sapunova A.S., Voloshina A.D., Nizameev I.R., Kadirov M.K., Fazleeva R.R., Yanilkin V.V., Ziganshina A.Y., Antipin I.S. *Acetylcholine hydrolysis and antidote delivery using a histidine-resorcinarene-based nanocontainer* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94. – P. 2298–2309. doi 10.1134/S1070363224090111
245. Ovsyannikov A.S., Strelnikova Yu.V., Iova A.A., Agarkov A.S., Islamov D.R., Dorovatovskii P.V., Solovieva S.E., Antipin I.S. *Synthesis and porous crystal structure of a new tetranuclear $\{Mn^{II}_2Mn^{III}_2\}$ cluster based on a calix[4]arene functionalized at the upper rim by distal *p*-(4-nitrophenyl) diazenyl and *p*-tert-butyl groups* // Journal of Structural Chemistry. – 2024. – Vol. 65, No. 2. – P. 313–322. doi 10.1134/S0022476624020094
246. Romanova E.A., Vasileva L.A., Gaynanova G.A., Bakhtiyarov D.I., Galkina I.V., Zakharova L.Ya. *Influence of alkylisothiuronium bromides and 7-chloro-4,6-dinitrobenzofuroxan-5-olates on liposome key properties* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94, No. 10. – P. 2797–2807. doi 10.1134/S1070363224100232
247. Saigibatlova E.Sh., Fedorova D.R., Lodochnikova O.A., Islamov D.R., Shutilov I.D., Usachev K.S., Kurbangalieva A.R. *2(5H)-furanone azides in the synthesis of iminophosphoranes and amines* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94. – P. 835–847. doi 10.1134/S1070363224040108
248. Sakhapov I.F., Zagidullin A.A., Gafurov Z.N., Khismatova D.K., Zaripov R.B., Kagilev A.A., Kantyukov A.O., Zueva E.M., Petrova M.M., Litvinov I.A., Miluykov V.A., Shmelev A.G., Sinyashina O.G., Yakhvarov D.G. *Aryl group transfer and C–P bond formation in the reaction of organonickel complexes with sodium 3,4,5-triphenyl-1,2-diphospholide* // New J. Chem. – 2024. – Vol. 48, No. 4. – P. 1559–1566. doi 10.1039/D3NJ04924H
249. Sakhapov I.F., Zagidullin A.A., Islamov D.R., Sharutin V.V., Yakhvarov D.G., Zherebtsov D.A., Milyukov V.A., Zaguzin A.S., Fedin V.P., Adonin S.A. *Two- and three-dimensional polymeric Co(II) terephthalates with 3,3',5,5'-tetrabromo-4,4'-bipyridine (3,3',5,5'-BrBipy)* // J. Coord. Chem. – 2024. – Vol. 50, No. 1. – P. 67–72. doi 10.1134/S1070328423700707
250. Shakirov A.M., Gibadullina E.M., Chugunova E.A., Burilov A.R. *O-alkyl-3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzylchlorophosphonates in the synthesis of new phosphoramidates containing sterically hindered phenolic and N-heterocyclic fragments* // Russian Journal of General Chem. – 2023. – Vol. 93. – P. 577–582. doi 10.1134/S1070363223150227
251. Shvedova A.E., Deltsov I.D., Sudakova S.N., Masliy A.N., Syakaev V.V., Vatsouro I.M., Mambetova G.Sh., Kuznetsov A.M., Kovalev V.V., Mustafina A.R., Pod'yachev S.N. *Synthesis and spectral properties of conjugated bis-1,3-diketo derivatives of calix[4]arene in the 1,3-alternate isomeric form and their complexes with Eu^{3+}* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94, No. 7. – P. 1610–1624. doi 10.1134/S1070363224070028
252. Smolobochkin A.V., Rizbayeva T.S. *Synthesis of pyrrolizidine derivatives (microreview)* // Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2024. – Vol. 60, No. 1–2. – P. 29–31. doi 10.1007/s10593-024-03287-2
253. Soficheva O.S., Bekmukhamedov G.E., Yakhvarov D.G. *Catalytic synthesis of butene-1 and hexene-1 in the homogeneous oligomerization of ethylene in the presence of nickel complexes based on N-heteroaryl-substituted α -diphenylphosphinoglycines* // Kinetics and Catalysis. – 2024. – Vol. 65, Is. 1. – P. 8–16. doi 10.1134/S0023158424010075
254. Tatarinov D.A., Shepelina A.V., Bajnazarova E.E., Ali M., Dovzhenko A.P., Zairov R.R., Mironov V.F. *Synthesis and keto-enol tautomerism of 1-phenyl(1-thiophen-2-yl)-4-(diphenylphosphoryl)butane-1,3-diones* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94, No. 7. – P. 1630–1634. doi 10.1134/S1070363224070041
255. Zalaltdinova A.V., Sadykova Yu.M., Gazizov A.S., Smailov A.K., Pudovik M.A., Burilov A.R. *Synthesis of new unsymmetrical cage phosphonates based on 4-aryl-2-hydroxy-5,7,8-trimethylbenzo[e][1,2]oxaphosphinine 2-oxides* // Russ. J. of General Chem. – 2024. – Vol. 94, No. 9. – P. 2271–2276. doi 10.1134/S107036322409007X
256. Zalaltdinova A.V., Sadykova Yu.M., Smailov A.K., Gerasimova D.P., Gazizov A.S., Pudovik M.A., Burilov A.R. *Synthesis of new hydrazones based on 3-hydroxy-4,8,9,11-tetramethyl-12H-6,12-methanodibenzo[d,g][1,3,2]dioxaphosphocine-2-carbaldehyde 6-oxide* // Russ. J. of General Chem. – 2024. – Vol. 94. – P. 2616–2622. doi 10.1134/S1070363224100062
257. Zalaltdinova A.V., Sadykova Yu.M., Smailov A.K., Gerasimova D.P., Gazizov A.S., Pudovik M.A., Burilov A.R. *Synthesis of new hydrazones based on functionalized phosphaneoflavanones containing an aldehyde group* //

- Russ. J. of General Chem. – 2024. – Vol. 94, No. 11. – P. 2899-2904. doi 10.1134/S1070363224110100
258. Zhiltsova E.P., Valeeva F.G., Kuznetsov D.M., Kushnazarova R.A., Vasilieva E.A., Mirgorodskaya A.B., Zakharova L.Ya. *Alkaline hydrolysis of paraoxon in micellar solutions of carbamate surfactant* // Russian Journal of General Chemistry. – 2024. – Vol. 94, Is. 2. – P. 386-394. doi 10.1134/S1070363224020142
259. Ziganshina A.Y., Shutova A.V., Mansurova E.E., Maslennikov A.A., Fazleeva R.R., Yanilkin V.V., Lyubina A.P., Voloshina A.D., Nizameev I.R., Kadirov M.K., Antipin I.S. *Acetylcholine hydrolysis and nanocontainer for binding and neutralization of paraquat* // Russ. J. Gen. Chem. – 2024. – Vol. 94. – P. 2310-2320. doi 10.1134/S1070363224090123
260. Елистратова Ю.Г., Ретюнская О.О., Ахмадеев Б.С., Герасимова Т.П., Исламова Л.Н., Фазлеева Г.М., Калинин А.А., Мустафина А.Р., Синяшин О.Г. *Люминесцентный отклик диалкиламиностирилгетареновых красителей в составе смешанных фосфолипидных агрегатов на ионы меди в водных растворах* // Журнал общей химии. – 2024. – Т. 94, вып. 1 – С. 106-117. doi 10.1134/S1070363224010109
261. Кучкаев А.М., Кучкаев А.М., Сухов А.В., Сапарина С.В., Гнездилов О.И., Климовицкий А.Е., Зиганшина С.А., Низамеев И.Р., Файзуллин Б.А., Синяшин О.Г., Яхваров Д.Г. *Ковалентная функционализация малослойного чёрного фосфора комплексом $[NiBr_2(phen)]$, где phen-1, 10-фенантролин* // Журнал структурной химии. – 2024. – Т. 65, № 4. – С. 124527. doi 10.26902/JSC_id124527
262. Леонтьев А.В., Нуртдинова Л.А., Митюшкин Е.О., Шмелёв Ф.Г., Жарков Д.К., Андрианов В.В., Муранова Л.Н., Гайнутдинов Х.Л., Заиров Р.Р., Хазиева А.Р., Мустафина А.Р., Никифоров В.Г. *Наночастицы $[Ru(dipy)_3]^{2+}@SiO_2$ как термосенсоры и зонды для люминесцентной томографии биопрепаратов* // Журнал технической физики. – 2024. – Т. 94, № 9. – С. 1576-1582. doi 10.61011/JTF.2024.09.58680.83-24
- Scopus
263. Rahman M.A., Hasnain M.S.M., Zairov R. *Assessment of improving heat exchanger thermal performance through implementation of swirling flow technology* // International Journal of Thermofluids. – 2024. – Vol. 22. – Art. No. 100689. doi 10.1016/j.ijft.2024.100689
264. Wan Z.-X., Kuchkaev A., Yakhvarov D., Kang X.-W. *Monodispersed Cu-TCPP/ Cu_2O hybrid microspheres: A superior cascade electrocatalyst towards CO_2 reduction to C_2 products* // J. Electrochem. – 2024. – Vol. 30. – Art. No. 2303271. doi 10.13208/j.electrochem.2303271
- РИНЦ
265. Выштакалюк А.Б., Парфёнов А.А., Семёнов В.Э., Шашин М.С., Галяметдинова И.В., Кriuлина М.В., Зобов В.В. *Гепатопротекторные свойства новых производных ксимедона с модифицированным структурным фрагментом* // Бюл. эксп. биол.

и мед. – 2024. – Т. 178, № 11. – С. 563-568. doi 10.47056/0365-9615-2024-178-11-563-568

Результаты интеллектуальной деятельности

1. *Бромсодержащие пространственно-затрудненные фенолы, обладающие противоопухолевой активностью* / Бурилов А.Р., Гибадуллина Э.М., Волошина А.Д., Любина А.П., Сапунова А.С., Чугунова Е.А., Нгуен Х.Б.Ч., Алабугин И.В., Шакиров А.М. // Патент РФ на изобретение RU 2822270 C1, 03.07.2024. Заявка от 22.12.2023. Грант № 075-15-022-1128 (Руководитель Алабугин И.В.)
2. *Газочувствительный элемент кондуктометрического сенсора для обнаружения диоксида азота и способ его получения* / Низамеев И.Р., Низамеева Г.Р., Лебедева Э.М., Кузнецова В.В., Гайнуллин Р.Р., Синяшин О.Г. // Патент РФ на изобретение RU 2819574 C1, 21.05.2024. Заявка от 18.12.2023
3. *Способ получения водорастворимого флуоресцентного маркера на основе комплекса куркумина с дифторидом бора* / Фархутдинов И.З., Камышников А.Г., Береговой А.Н., Заиров Р.Р., Довженко А.П. // Патент РФ на изобретение RU 2821510 C1. 25.06.2024. Заявка от 07.11.2023. ПАО “Татнефть” им. В. Д. Шашина.
4. *Способ получения трассеров класса фосфиноксидов* / Фархутдинов И.З., Камышников А.Г., Абдулхаков Р.Р., Заиров Р.Р., Довженко А.П. // Патент РФ на изобретение RU 2823867 C1. 30.07.2024. Заявка от 10.01.2024. ПАО “Татнефть” им. В. Д. Шашина.
5. *Средство на основе производного арглабина, обладающее селективным цитотоксическим действием* / Салин А.В., Волошина А.Д., Амерханова С.К., Любина А.П. // Патент РФ на изобретение RU 2814259 C1, 28.02.2024. Заявка от 01.09.2023. Грант РНФ 23-23-00029 (Руководитель Салин А.В.)
6. *Фосфониевые соли на основе алантолактона, обладающие противоопухолевой активностью, и способ их получения* / Шемахина М.Э., Немтарев А.В., Миронов В.Ф., Волошина А.Д., Любина А.П., Амерханова С.К., Пухов С.А. // Патент РФ на изобретение RU 2818095 C1, 24.04.2024. Заявка от 21.07.2023. Соглашение № 075-15-2020-777 (Руководитель Миронов В.Ф.)
7. *Фторсодержащие бензилированные изатины* / Богданов А.В., Бурцева Е.А., Волошина А.Д., Любина А.П., Амерханова С.К., Алабугин И.В. // Патент РФ на изобретение RU 2816105 C1, 26.03.2024. Заявка от 02.06.2023. Грант № 075-15-022-1128 (Руководитель Алабугин И.В.)
8. *Электрохимический способ получения 2-этилгексаноата хрома – прекатализатора тримеризации этилена в гексен-1* / Яхваров Д.Г., Иванов А.С., Сухов А.В. // Патент РФ на изобретение RU 2822543 C1. 09.07.2024. Заявка от 22.12.2023. Грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации: № 4078.2022.1.3.

Изобретательская деятельность

С целью обеспечения правовой охраны объектов интеллектуальной собственности, созданных в Институте, в 2024 году оформлена и направлены в Федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности 1 заявка на выдачу патента РФ на изобретение, получено 6 патентов РФ на изобретение.

Заявка на патент РФ на изобретение, поданная в 2024 году

1. Заявка № 2024111299, приоритет 24.04.2024
“Низкотоксичные аминоксфосфониевые соли, обладающие противоопухолевой и антибактериальной активностью, и способ их получения”
Авторы: Миронов В.Ф., Димухаметов М.Н., Немтарев А.В., Цапаева О.В., Волошина А.Д., Выштакалюк А.Б., Любина А.П., Сапунова А.С., Абрамова Д.Ф.

Патенты РФ на изобретения, полученные в 2024 году

1. Патент РФ № 2816105, опубликован 26.03.2024
“Фторсодержащие бензилированные изатинны”
Авторы: Богданов А.В., Бурцева Е.А., Волошина А.Д., Любина А.П., Амерханова С.К., Алабугин И.В.
2. Патент РФ № 2818095, опубликован 24.04.2024
“Фосфониевые соли на основе алантолактона, обладающие противоопухолевой активностью”
Авторы: Шемакина М.Э., Немтарев А.В., Миронов В.Ф., Волошина А.Д., Любина А.П., Амерханова С.К., Пухов С.А.
3. Патент РФ № 2819574, опубликован 21.05.2024
“Газочувствительный элемент кондуктометрического сенсора на диоксид азота на основе ориентированных субмикронных волокон оксида никеля”
Авторы: Низамеев И.Р., Низамеева Г.Р., Кузнецова В.В., Лебедева Э.М., Гайнуллин Р.Р.
4. Патент РФ № 2822270, опубликован 03.07.2024
“Бромсодержащие пространственно-затрудненные фенолы, обладающие противоопухолевой активностью”
Авторы: Бурилов А.Р., Гибадуллина Э.М., Волошина А.Д., Любина А.П., Сапунова А.С., Чугунова Е.А., Нгуен Хоанг Бао Чан, Алабугин И.В., Шакиров А.М.
5. Патент РФ № 2822271, опубликован 03.07.2024
“Производные 1-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксипенил)-изатина, обладающие антиагрегационной активностью”
Авторы: Богданов А.В., Самородов А.В., Валиуллина З.А., Ванг Юи, Алабугин И.В.
6. Патент РФ № 2822543, опубликован 09.07.2024
“Электрохимический способ получения 2-этилгексаноата хрома – прекатализатора тримеризации этилена в гексен-1”
Авторы: Яхваров Д.Г., Иванов А.С., Сухов А.В.

Составила Е. В. Горюнова



СЪЕЗДЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, НАУЧНЫЕ ВСТРЕЧИ

В 2024 году ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН принимал участие в организации трёх важных научных мероприятий – X Международного симпозиума “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур”, посвящённого 90-летию выдающегося учёного, академика РАН А. И. Коновалова; Второй Школы-конференции “Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты”; и кластера конференций по элементоорганической и супрамолекулярной химии “Научные стратегии будущего”, включавшего IV Научную конференцию “Динамические процессы в химии элементоорганических соединений” и VI Школу-конференцию для молодых учёных “Супрамолекулярные стратегии в химии, биологии и медицине: фундаментальные проблемы и перспективы”.

Сотрудники Института также активно выступали с пленарными, устными и стендовыми сообщениями на научных конференциях и конгрессах. Несмотря на продолжающиеся санкционные ограничения выступали даже на международных, проходивших за рубежом – 7, и международных, проходивших на территории Российской Федерации – 39, а также на российских форумах – 15. Кроме того, в ИОФХ им. А. Е. Арбузова успешно прошла Итоговая научная конференция, на которой было представлено 68 сообщений (37 – устных и 31 – постерных).

Об участии учёных ИОФХ им. А. Е. Арбузова в одном из знаковых химических форумов – XXII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии, мы расскажем на страницах этого выпуска чуть подробнее.

Конференции, организованные ИОФХ им. А. Е. Арбузова

X Международный симпозиум “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур” (15–19 апреля 2024 г., Казань)

Торжественное открытие X Международного симпозиума “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур”, посвящённого 90-летию выдающегося учёного, академика РАН Александра Ивановича Коновалова, состоялось в Федеральном исследовательском центре “Казанский научный центр РАН”.

Председатель Оргкомитета, член-корр. РАН И. С. Антипин, открывая форум и поприветствовав всех собравшихся в конференц-зале ФИЦ КазНЦ РАН, представил коллег за столом президиума – заместителя академика-секретаря Отделения химии и наук о материалах РАН, академика РАН В. П. Ананикова; профессора, первого проректора КФУ Д. А. Таюрского; члена-корреспондента РАН, директора ФИЦ КазНЦ РАН А. А. Калачёва; члена-корреспондента РАН, руководителя ИОФХ им. А. Е. Арбузова А. А. Карасика.

Игорь Сергеевич Антипин отметил, что этот юбилейный симпозиум посвящён памяти выдающегося казанского и российского химика – Александра Ивановича Коновалова, которому 30 января 2024 года исполнилось бы 90 лет – к этой дате в журнале “Известия Академии наук. Серия химическая. Т. 73, № 3, 2024” опубликованы статьи сотрудников ИОФХ им. А. Е. Арбузова и других казанских химиков.

Приветствуя участников форума, Дмитрий Альбертович Таюрский напомнил другую юбилейную дату этого года – 220-летие учреждения Казанского университета, отметив, что в стенах университета чтят память и сохраняют традиции всемирно известной Казанской химической школы.

В. П. Анаников, приветствуя коллег, прежде всего, передал самые наилучшие пожелания участникам форума от



Конференц-зал ФИЦ “Казанский научный центр РАН”, 15 апреля 2024 года.

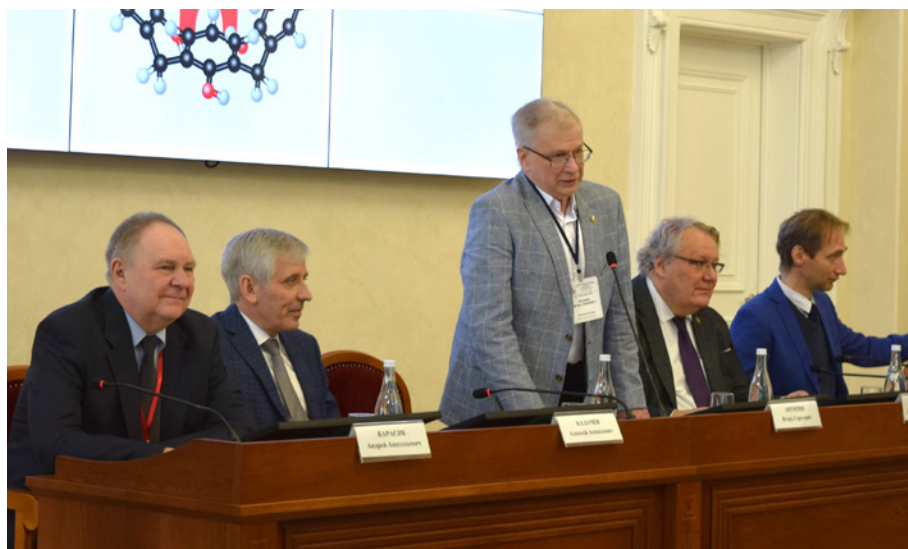
большого друга казанских химиков – академика-секретаря ОХНМ РАН Михаила Петровича Егорова, и напомнил, что 2024 год – год 300-летнего юбилея Российской академии наук! Валентин Павлович не забыл сказать о неизменном казанском гостеприимстве, о том, с каким удовольствием он и его коллеги приезжают в Казань.

Затем, обращаясь, прежде всего, к молодёжи, отметил, что в первый раз он приехал на симпозиум “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур” будучи кандидатом химических наук, через два года – уже доктором наук (2004), на следующие форумы – как член-корреспондент РАН и, наконец, как академик РАН в 2019 году. “Так что, надо обязательно принимать участие в этих симпозиумах!

Очень способствует научной карьере!” – с присущим ему юмором заключил Валентин Павлович.

Директор ФИЦ КазНЦ РАН, член-корр. РАН А. А. Калачёв также тепло поприветствовал всех участников важного химического форума. Вспоминая Александра Ивановича Коновалова, Алексей Алексеевич сообщил, сколько внимания тот уделял крупным интеграционным проектам, как поддерживал идею создания в Казани Федерального исследовательского центра. И вот в 2017 году ФИЦ КазНЦ был создан, объединив компетенции семь научных институтов и тоже представляя собой своего рода супра-структуру, сформировавшуюся “в результате избирательной ассоциации фрагментов”. Супрамолекулярная химия – это химия молекулярных ансамблей и межмолекулярных связей, а в ФИЦ КазНЦ активно развиваются междисциплинарные направления исследований.

В заключение вступительной части симпозиума с приветственным словом выступил руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корр. РАН А. А. Карасик. Андрей Анатольевич также от-



Открытие симпозиума. Слева направо: А. А. Карасик, А. А. Калачёв, И. С. Анатипин, Д. А. Таюрский, В. П. Анаников.



Доклад академика РАН В. П. Ананикова предваряет председатель форума – И. С. Антипин, д.х.н., профессор, член-корр. РАН.

метил 90-летний юбилей А. И. Коновалова, который как-то обмолвился, что делит свои жизненные этапы на десятилетия – ректор Казанского государственного университета (1979–1990), директор ИОФХ им. А. Е. Арбузова (1990–2001), председатель Президиума Казанского научного центра РАН (1996–2006). Как руководитель

ИОФХ им. А. Е. Арбузова, А. А. Карасик подчеркнул, что Александр Иванович возглавил Институт Арбузова в самое тяжёлое время – в 90-е годы, и что он сумел не только сохранить основные направления исследований, кадровый потенциал и приборную базу, но ещё и создать новое направление – супрамолекулярную химию! Из трёх лабораторий был создан отдел, были налажены контакты с лауреатом Нобелевской премии Жан-Мари Леном – основоположником супрамолекулярной химии, и на этой базе основана первая в России Школа супрамолекулярной химии!

Научную программу симпозиума открыли два пленарных доклада академиков РАН – В. П. Ананикова (Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН, Москва) “Искусственный интеллект и аддитивные технологии в микротоннажной и малотоннажной химии” и Ю. Г. Горбуновой (ИОНХ РАН, Москва) “Супрамолекулярная химия как инструмент тонкой настройки свойств макроциклических соединений”.

Предваряя научную часть своего доклада, Юлия Германовна Горбунова вспомнила историю становления супрамолекулярного сообщества в России, создание международного сообщества Suprachem, историю девяти Международных симпозиумов, одним из основоположников которых был А. И. Коновалов. Ю. Г. Горбунова продемонстрировала участникам форума журнал “Известия Академии наук. Серия химическая”, в котором опубликованы статьи, посвящённые 90-летию со дня рождения А. И. Коновалова.

Затем ключевой доклад сделал представитель Казанской химической школы В. А. Бурилов: “Функциональные амфифилы на платформе (тиа)каликс[4]аренов: синтез, молекулярное распознавание и катализ” (Казанский федеральный университет).



Академик РАН Ю. Г. Горбунова рассказывает об истории становления супрамолекулярного сообщества в России. На экране – подписание в Москве соглашения о создании международного сообщества Suprachem.



Участники X Международного симпозиума “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур” у колонн знаменитого Казанского университета. Несмотря на пасмурную погоду настроение у всех солнечное. 15 апреля 2024 г.

В симпозиуме участвовали 140 представителей различных российских и зарубежных организаций, программа включала 16 пленарных, 16 ключевых и 27 устных докладов, а также стендовые сообщения.

Иностранные коллеги, среди которых были известные представители в области супрамолекулярной химии – Скотт Далгарно (Scott Dalgarno – Эдинбургский университет, Великобритания), Бурхард Кёниг (Burkhard König – Регенбургский университет, Германия), Сергей Филиппов (Sergey Filippov – Институт интерактивных материалов им. Лейбница, г. Аахен, Германия), Бриндабан Рану (Brindaban Ranu – Университет “Индийская ассоциация

по развитию науки”, г. Джадавпур, Индия), Абхишаке Мондал (Abhishake Mondal – Индийский институт науки, г. Бангалор, Индия) и Ирэн Линг (Irene Ling – Университет Монаша, г. Субанг Джая, Малайзия) – выступили с пленарными и ключевыми докладами. В работе симпозиума активно участвовала научная молодёжь – 29 студентов и 19 аспирантов.

Участие в симпозиуме приняли представители российских ведущих центров в области супрамолекулярной химии из Москвы, Казани, Екатеринбурга, Нижнего Новгорода, Новосибирска, Санкт-Петербурга, Томска, Иваново, Ставрополя, Черноголовки, а также Апатитов,



На стендовой сессии. О. Д. Бочкова, к.х.н.



А. Р. Мустафина – д.х.н., заведующая лабораторией Физико-химии супрамолекулярных систем ИОФХ им. А. Е. Арбузова.



Председатель Оргкомитета И. С. Антипин (слева), директор Химического института им. А. М. Бутлерова КФУ М. А. Зиганшин (справа) и победитель молодёжной сессии устных докладов Екатерина Чурбанова (магистрант КФУ).

Благовещенска, Воронежа, Донецка, Тюмени, Уфы, Челябинска. С пленарными и ключевыми докладами выступили постоянные российские участники серии симпозиумов – академик Анаников В.П., академик Горбунова Ю.Г., проф. Захарова Л.Я., проф. Санина Н.А., проф. Ненайденко В.Г., проф. Фёдорова О.А., проф. Вацадзе С.З., член-корр. РАН Федин В.П., д.х.н. Селектор С.Ф., д.х.н. Калинина М.А.,

д.х.н. Зиганшина А.Ю., д.х.н. Мустафина А.Р., д.х.н. Волюшин Я.З., д.х.н. Бурилов В.А., д.х.н. Коваленко К.А., к.х.н. Овсянников А.С., проф. Горбачук В.В., д.х.н. Соколов М.Н., проф. Аксёнов А.В., проф. Стойков И.И., д.х.н. Рыжкина И.С., д.х.н. Кискин М.А.

В рамках симпозиума учёные ознакомились с современными достижениями, тенденциями, вызовами и научными стратегиями в области супрамолекулярной химии. Подробно освещался феномен молекулярного распознавания и химии “хозяин-гость”, молекулярная самосборка и самоорганизация, биомиметические супрамолекулярные системы, неорганическая супрамолекулярная химия, молекулярные машины и устройства, инженерия кристаллов, а также были представлены современные супрамолекулярные системы в биологии и медицине.

В рамках форума была организована отдельная молодёжная сессия, на которой с докладами выступили 25 молодых учёных, аспирантов и студентов.

Комиссия в составе М. А. Калининой, М. Н. Соколова и А. С. Овсянникова оценивала уровень устных докладов. Победителями этой части сессии стали Екатерина Чурбанова (КФУ), Илья Шутилов (ИОФХ им. А. Е. Арбузова) и Анна Нефёдова (ИОФХ им. А. Е. Арбузова).

Стеновые доклады оценивали М. А. Кискин, К. В. Гржегоржевский и Л. С. Якимова, определив следующих победителей конкурса – Анатолий Ботезату (ИНЭОС), Мария Маилян (КФУ), Ангелина Федосеева (КФУ).

С. Е. Соловьёва

II Междисциплинарная всероссийская молодёжная научная школа-конференция с международным участием “Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты” (16–20 сентября 2024 года, Казань, Россия)

II Междисциплинарная всероссийская молодёжная научная школа-конференция с международным участием “Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты” как и многие научные мероприятия в 2024 году была приурочена к 300-летию юбилею Российской академии наук.

Финансирование Школы-конференции осуществлялось в рамках гранта Минобрнауки России “Молекулярный дизайн редокс-активных гетероциклических систем – новых противоопухолевых агентов”, выделенного на создание новой междисциплинарной лаборатории мирового уровня под руководством профессора И. В. Алабугина, крупного специалиста в области как теоретической, так и синтетической органической химии. Проведение ежегодной школы для молодых учёных было одним из обязательных условий получения этого гранта. Финансовая поддержка Министерства науки и высшего образования РФ позволила привлечь к участию широкий круг ведущих российских специалистов, в том числе и молодых учёных.

Организаторы Школы-конференции:

- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
- Отделение химии и наук о материалах Российской академии наук,
- Федеральный исследовательский центр “Казанский научный центр Российской академии наук”,
- Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН,
- Республиканское химическое общество им. Д. И. Менделеева Татарстана.

Программа мероприятия включала широкий спектр актуальных фундаментальных и прикладных тем по органической, биоорганической, медицинской химии и фармакологии:

- Органическая химия. Новые синтетические подходы к созданию потенциальных биологически активных веществ,



Общее фото участников Школы-конференции перед входом в ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН. 16 сентября 2024 года.

- Медицинская химия,
- Биохимия,
- Фармакология,
- Фармацевтика,
- Доклинические и клинические исследования кандидатов в лекарственные препараты.

Основная задача Школы-конференции – знакомство молодых исследователей с современными синтетическими подходами к созданию потенциальных биологически активных веществ, доклиническими и клиническими исследованиями кандидатов в лекарственные препараты, а также организация диалога между ведущими российскими специалистами в сфере органической и медицинской химии и молодыми учёными.

Председатель конференции – академик РАН Олег Герольдович Синяшин, тепло поприветствовав всех собравшихся в конференц-зале Института Арбузова – самого крупного химического центра академической науки Поволжья, рассказал, что в 2022 году Федеральным исследовательским центром “Казанский научный центр РАН” был получен грант Минобрнауки России “Молекулярный

дизайн редокс-активных гетероциклических систем – новых противоопухолевых агентов”, что в рамках гранта была создана новая междисциплинарная лаборатория под руководством американского профессора И. В. Алабугина – крупного специалиста в области как теоретической, так и синтетической органической химии, и что в этом году Школа-конференция проводится в рамках этого гранта второй раз.

Олег Герольдович также рассказал о структуре Федерального исследовательского центра и высоком уровне компетенций шести институтов, входящих в ФИЦ КазНЦ РАН. Так, благодаря интеграции фундаментальных знаний в области химии, физики, биологии, медицины и других

Заместитель академика-секретаря ОХНМ РАН, академик РАН О. Г. Синяшин открывает Школу-конференцию. Слева – руководитель ИОФХ, член-корреспондент РАН А. А. Карасик. Справа – д.х.н., профессор А. Р. Бурилов. 16 сентября 2024 года. ИОФХ им. А. Е. Арбузова.





Научную программу Школы-конференции пленарным докладом открывает член-корреспондент РАН А. О. Терентьев.

ключевых сферах современной науки, ФИЦ КазНЦ РАН успешно реализует своё участие в крупных междисциплинарных проектах, один из которых – Молекулярный дизайн биологически активных веществ.

Председатель Программного комитета Школы-конференции, руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корреспондент РАН Андрей Анатольевич Карасик, также тепло поприветствовав всех участников конференции, сообщил, что в следующем году Институт Арбузова будет отмечать 80-летие со дня своего основания. Руководитель ИОФХ предложил организовать экскурсию по лабораториям Института, отметив, что конференция – это не только площадка для обмена опытом и новыми научными знаниями, но также хорошая возможность установить контакты для совместных научных исследований – дружеские связи проще завязать, посмотрев в глаза друг другу.

Завершил приветственную часть открытия Школы-конференции член Программного комитета Александр Романович Бурилов – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика ИОФХ им. А. Е. Арбузова. А. Р. Бурилов отметил, что всех здесь собравшихся объединяет любовь к такой дивной науке как химия, и что Организационный комитет сделал всё возможное, чтобы посещение Казани стало для всех участников данного форума максимально комфортным. Александр Романович рассказал о созданной лаборатории мирового уровня, которую возглавил известный учёный – Игорь Владимирович Алабугин, профессор факультета химии и биохимии Университета Штата Флорида США, о неожиданно возникавших проблемах в процессе её создания и новом оборудовании, которое было получено в рамках выигранного гранта Минобрнауки РФ.

Первый доклад на тему “Эволюция химии органических пероксидов” сделал директор Института органической



Пленарный доклад делает академик РАН О. А. Донцова.

химии им. Н. Д. Зелинского РАН, член-корреспондент РАН Александр Олегович Терентьев.

Второе сообщение сделал к.х.н. Юрий Владимирович Скорняков – представитель известной российской фирмы ООО “АксельФарм”, Золотого спонсора Школы-конференции.

С пленарными сообщениями на конференции также выступали члены Российской академии наук – академик РАН Донцова Ольга Анатольевна (НИИ физико-химической биологии им. А. Н. Белозёрского МГУ, г. Москва) с докладом “Компоненты теломеразного комплекса для удлинения теломер и в других процессах в клетке”, члены-корреспонденты РАН – Аминин Дмитрий Львович (Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН, г. Владивосток) с докладом “Природные соединения морского происхождения и их синтетические аналоги как основа для создания лекарственных средств”, Поройков Владимир Васильевич (Институт биомедицинской химии имени В. Н. Ореховича, г. Москва) “Оценка биологической активности лекарственно-подобных соединений *in silico*: возможности и ограничения”, Фёдоров Алексей Юрьевич (НГУ им. Н. И. Лобачевского, г. Нижний Новгород) “Адресные фотосенсибилизаторы для фотодинамической терапии онкологических заболеваний”.

Двое выдающихся учёных, сотрудников университетов США приняли участие в Школе-конференции онлайн. Это профессор Химического факультета Университета штата Флорида Алабугин Игорь Владимирович, руководитель Междисциплинарной лаборатории мирового уровня “Редокс-активных молекулярных систем” ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН с докладом “Stereolectronic control of catalyst-free click cycloadditions” и Фокин Валерий Валерьевич, профессор Университета



Все рады встрече.
Иванов Андрей Викторович (Иркутск)
и Бурилов Александр Романович (Казань).

Перед открытием форума –
к.х.н. Скорняков Юрий Владимирович
и д.б.н. Шишкина Лариса Николаевна.



Южной Калифорнии с докладом *“From chemical reactivity to bedside: discovery of covalent probes and therapeutics”*.

За пять дней работы конференции десять ключевых и девять приглашённых докладчиков рассказывали о последних достижениях в области органической и медицинской химии и разработки лекарственных средств.

Отец и сын Аксёновы из Северо-Кавказского федерального университета, г. Ставрополь представили следующие доклады: д.х.н., профессор Александр Викторович выступил с ключевым докладом *“Синтез соединений с противопаразитарной и противораковой активностью*

используя алифатические нитросоединения”, а молодой доктор наук Николай Александрович с приглашённым докладом *“4-Кетонитрилы – универсальная система для каскадных превращений. Последние достижения и перспективы развития направления”*. Из соседней Кубани



Председатель секции
д.х.н. Е. А. Чугунова
предоставляет слово
для доклада профессору
И. В. Алабугину.



Вопрос задаёт д.х.н. Чусов Денис Александрович.

профессор Кубанского Государственного Университета, г. Краснодар д.х.н. Доценко Виктор Викторович выступил с ключевым докладом *“Реакция Манниха с участием замещённых халькогенамидов как способ построения гетероциклических систем”*.

Москву представляли сотрудники Института элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН – с ключевыми докладами выступили профессор Брель Валерий Кузьмич *“Дизайн гибридных молекул –*

путь к созданию эффективных биологически активных молекулярных систем” и д.х.н. Чусов Денис Александрович *“Поиск химической информации и новые подходы к реинжинирингу”* и с приглашённым – д.х.н. Ларионов Владимир Анатольевич *“Металл-темплатный подход для построения хиральных катализаторов”*, а также сотрудники Института органической химии имени Н. Д. Зелинского РАН с приглашёнными докладами: к.х.н. Виль Вера Андреевна *“Электрохимические методы тиоцианирования и цианирования. синтез фунгицидных соединений”*, к.х.н. Прима Дарья Олеговна *“N-гетероциклические карбены как универсальные и эффективные лиганды для катализа и биологических применений”*, к.х.н. Сыроешкин Михаил Александрович *“Стереoeлектронные эффекты в пирролидон- и капролактам-замещённых фенолах: различия в антиоксидантных свойствах, оценённых электрохимически и по отрыву атома водорода”*.

Делегация из Сибири включала в себя сотрудников из разных городов и институтов: с ключевыми докладами выступили профессор Института химической кинетики и горения СО РАН, г. Новосибирск д.х.н. Василевский Сергей Францевич *“Новый подход к синтезу аналогов алкалоида Samprangine, молекулярный докинг, цитотоксичность и противовоспалительные свойства”*, из Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии “Вектор” Роспотребнадзора, г. Новосибирск д.б.н. Шишкина Лариса Николаевна *“Современные противоопухолевые химиопрепараты: разработка и исследование свойств отечественного препарата Антипоксвир (ННОВ-14)”*, директор Иркутского института химии им. А. Е. Фаворского СО РАН, г. Иркутск д.х.н. Иванов Андрей Викторович *“N-алленилпиррол-2-карбальдегид как инструмент конструктора аннелированных азоти-*



С ключевым докладом выступает д.х.н. Иванов Андрей Викторович.



С лекцией выступает д.х.н. Скорб Екатерина Владимировна.



Участники конференции – член-корр. РАН Д. Л. Аминин и член-корр. РАН А. Ю. Фёдоров.

стных гетероциклов”, с приглашённым докладом – зам. директора Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН – д.б.н. Хвостов Михаил Владимирович “*Лекарственная терапия сахарного диабета второго типа. Прошлое, настоящее и будущее*”.

Директор научно-образовательного центра инфохимии Университета ИТМО, Санкт-Петербург д.х.н. Скорб Екатерина Владимировна выступила с лекцией “*Подходы инфохимии для молекулярного дизайна биологически активных веществ: вчера, сегодня, завтра*”.

Казань представляли сотрудники Казанского государственного медицинского университета с ключевыми докладами – д.м.н., профессор, член-корреспондент Академии наук РТ, декан медико-биологического факультета Бойчук Сергей Васильевич с докладом “*Новый подход к сенситизации клеток колоректального рака к химиопрепаратам – ингибирование активности АВС-транспортёров инфигратинибом*” и к.фарм.н., директор Института фармации Мустафин Руслан Ибрагимович “*Липосомальная система доставки леводопы для интраназального применения*”, а также сотрудники ИОФХ им. А. Е. Арбузова с приглашёнными докладами – к.х.н., старший научный сотрудник Междисциплинарной лаборатории мирового уровня “Редокс-активных молекулярных систем” Гибадуллина Эльмира Мингалеевна “*Пространственно-затруднённый фенольный фрагмент в молекулярном дизайне биологически-активных соединений*”, к.х.н., старший научный

сотрудник Междисциплинарной лаборатории мирового уровня “Редокс-активных молекулярных систем” Хризанфоров Михаил Николаевич “*Редокс-активные вещества в дизайне противоопухолевых агентов*”, к.х.н. Васильева Эльмира Альбертовна “*Дизайн липидных наноконтейнеров для интраназальной доставки реактиватора ацетилхолинэстеразы пралидоксим хлорида в мозг*”.

Профильные специалисты разных научных центров Российской Федерации поделились своим исследованием в области создания и изучения новых кандидатов в лекарственные препараты. Кроме того, свои свежие инновационные разработки представили молодые исследователи в виде 43 устных, 26 стендовых и 37 заочных докладов.

Во время Школы-конференции работала Комиссия по оценке докладов. По итогам работы Комиссии за лучшие устные доклады были награждены:

- Ковальская Екатерина Сергеевна, Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
 - Гольфарб-Абрамов Владислав Олегович, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева,
 - Еремеев Роман Олегович, МГУ имени М. В. Ломоносова,
- за лучшие стендовые доклады:
- Агранат Алина Сергеевна, МГУ им. М. В. Ломоносова;
 - Колесникова Юлиана Андреевна, Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
 - Шагина Инна Александровна, Институт физиологически активных веществ РАН.



На стендовой сессии.

Всего в конференции приняли участие 160 человек. 68% – участники моложе 35 лет.

География участников была широкой – Владивосток, Волгоград, Екатеринбург, Иркутск, Казань, Калининград, Краснодар, Москва, Нижний Новгород, Новосибирск, Пермь, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Ставрополь, Томск, Уфа, Черноголовка, Ярославль, а также делегация из Казахстана (Алматы и Кызылорда) и специалисты из США.

Школа-конференция способствовала всестороннему развитию исследований в области органической и ме-

дицинской химии и пониманию всех стадий разработки новых лекарственных препаратов – от компьютерного моделирования и синтеза биологически активного соединения до вывода на фармацевтический рынок, стимулированию интереса молодых учёных к науке; ознакомлению слушателей с достижениями современной мировой науки на стыке химии, биохимии и медицины; развитию научных связей студентов, аспирантов и молодых учёных России, ближнего и дальнего зарубежья, занимающихся органической и медицинской химией, а



Экскурсию по Центру нейрoхимии и фармакологии проводит руководитель, к.б.н. Константин Александрович Петров.

В Технологической лаборатории.
Зав. лаб. д.х.н. Василий Анатольевич Милюков рассказывает о возможностях ИОФХ для производства фармcубстанций.



На экскурсии в ИОФХ им. А. Е. Арбузова.



так же работающих в смежных с ней областях; знакомству молодёжи с ведущими учёными России и мира.

Отдельно хочется отметить, что кроме собственно научной программы приглашённые лекторы конференции приняли участие в научно-популярном лектории. В

Национальной библиотеке РТ доктор химических наук Чусов Денис Александрович (ИНЭОС им. А. Н. Несмеянова РАН, г. Москва) прочитал лекцию “Открытие новых реакций: вчера–сегодня–завтра”, в которой показал широкой аудитории, как открытие новых реакций



Фуршет.

Кавер-группа “Фанта-джаз”.



В Раифе.



Оргкомитет конференции.



в химии помогают в решении глобальных проблем и в создании лучшего будущего. Кандидат химических наук Виль Вера Андреевна (ИОХ им. Зелинского РАН, Москва) выступила с лекцией “*Органические пероксиды: вещества с плохой репутацией и блестящим будущим*”, рассказав о неувидимых и экзотичных соединениях, о том, как учёные пытались их “приручить”, и об их повсеместном использовании сегодня. Таким образом, у жителей Казани была прекрасная возможность узнать о современных тенденциях в науке, задать интересующие вопросы ведущим учёным нашей страны.

Для участников Школы-конференции была организована экскурсия по наиболее знаковым подразделениям ИОФХ и многие не упустили возможность ближе познакомиться с работой Института Арбузова.

Для участников Школы-конференции была организована прекрасная социальная программа – приветственный фуршет в АМАКС Сафар-отеле под музыкальное со-

провождение кавер-группы “Фанта-джаз” и экскурсия в Раифский мужской Богородицкий монастырь, по дороге в который удалось посетить уникальный Вселенский храм Ильдара Ханова.

Благодарим за представленные фотоматериалы к.х.н. Алёну Залалтдинову – м.н.с. лаборатории Элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика.

А. И. Карасик, Е. А. Чугунова

**Кластер конференций по элементоорганической и супрамолекулярной химии
“Научные стратегии будущего” (с международным участием)
(28 октября – 1 ноября 2024 года, Казань, Россия)**



В 2024 году Кластер конференций объединил уже ставшие традиционными для Института – IV Научную конференцию “Динамические процессы в химии элементоорганических соединений” и VI Школу-конференцию “Супрамолекулярные стратегии в химии, биологии и медицине”.

Организаторы:

- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
- Отделение химии и наук о материалах Российской академии наук,
- Научный совет РАН по органической химии,
- Научный совет РАН по физической химии,
- Федеральный исследовательский центр “Казанский научный центр Российской академии наук”
- Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН,
- Республиканское химическое общество им. Д. И. Менделеева Татарстана.

Основные научные темы конференции:

- Новые реагенты и методы в элементоорганическом синтезе,

- Теоретические подходы к описанию процессов в элементоорганических соединениях,
- Таутомерия и изомерия элементоорганических соединений,
- Перспективные материалы на основе элементоорганических соединений,
- Физические методы исследования динамических процессов элементоорганических соединений в растворах и кристаллах,
- Элементоорганические соединения и живые системы,
- Самоорганизация и супрамолекулярные системы,
- Супрамолекулярная и координационная химия элементоорганических соединений,
- Современные подходы к дизайну нанореакторов и наноконтейнеров: фундаментальные и прикладные аспекты,
- Супрамолекулярные системы в экологических, биомедицинских и сельскохозяйственных приложениях: от химии к живой материи,
- Полифункциональные наносистемы в междисциплинарных исследованиях.

В конференции приняли участие 150 человек.

География участников широка – российские учёные из научных центров таких городов как Казань, Москва, Мурманск, Нижний Новгород, Новосибирск, Санкт-Петербург, Томск, Уфа.

Всего было сделано восемь пленарных, 15 ключевых и 52 устных доклада по 10–15 минут. Также на конференции были организованы две стендовые сессии, где было представлено 43 стендовых доклада. 32 участника приняли участие в работе конференции заочно.

Открыл форум Председатель кластера конференций, академик РАН О. Г. Синяшин: “Настоящее время – время междисциплинарности в науке, и сегодня, на этой площадке нам хотелось предоставить возможность учёным, работающим в разных областях химической науки, обменяться результатами своих исследований и найти точки соприкосновения для объединения своих



Открытие конференции. Конференц-зал ИОФХ им. А. Е. Арбузова, 28 октября 2024 г. А. А. Карасик, О. Г. Синяшин, Л. Я. Захарова.



Руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова – член-корр. РАН А. А. Карасик, приветствует участников форума.



Доклад академика РАН, профессора Санкт-Петербургского университета В. Ю. Кукушкина.

усилий в достижении совершенно новых, прорывных научных результатов”.

Руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова – член-корр. РАН А. А. Карасик, приветствуя участников форума, отметил, что в год 300-летия РАН проводится целый ряд крупных научных мероприятий, в том числе и химических – с большим успехом прошёл XXII Менделеевский съезд, в работе которого приняли участие более 30 сотрудников ИОФХ. “К юбилею РАН в рамках гранта Минобрнауки РФ, выигранного Федеральным исследовательским центром “Казанский научный центр РАН”, – продолжил А. А. Карасик, – был снят целый ряд научно-популярных фильмов о научных школах Казани и выдающихся достижениях казанских учёных. На сайте ИОФХ вы можете найти три замечательных фильма, посвящённых академикам А. Е. и Б. А. Арбузовым (экскурсия в мемориальный музей академиков в программе конференции) и Казанским научным школам – химии фосфора и супрамолекулярной химии”.

Андрей Анатольевич отметил, что для участия в форуме приехали учёные из Санкт-Петербурга, Москвы, Нижнего Новгорода, Новосибирска и даже из Китая, поблагодарил всех гостей за приезд и заверил, что несмотря на холодную и пасмурную погоду, всех их ждёт в Казани традиционно тёплый и сердечный приём.

Научную часть конференции открыл доклад академика РАН Вадима Юрьевича Кукушкина – профессора Санкт-Петербургского университета, крупного специалиста в области координационной химии и самого цитируемого российского химика. Доклад Вадима Юрьевича “*Стэкинг в органической и металлоорганической химии*” привлёк заслуженное внимание аудитории, ведь с понятием стэкинга химики разбираются вот уже почти 50 лет, и можно сказать, что прочли только первые три страницы этой увлекательной книги.

Академик РАН И. Л. Федюшкин, директор Института металлоорганической химии им. Г. А. Разуваева РАН, г.



Академик РАН И. Л. Федюшкин.



Академик РАН О. Г. Синяшин.



Профессор Hui Xu
и к.х.н. А. А. Загидуллин.

Профессор Hui Xu, член-корр. РАН
И. С. Антипин, член-корр. РАН
В. П. Федин.



профессор Chuanliang Feng из Шанхайского университета Цзяотун.

К сожалению, профессор Chuanliang Feng не смог лично присутствовать на конференции и свой доклад “*Supramolecular chiral hydrogels*” представил в режиме онлайн.

Профессор Hui Xu (Хуэй Сюй) – декан Школы химии и материалов, заместитель директора Ключевой лаборатории функциональной неорганической химии материалов Хейлуцзянского университета представил доклад “*Electroluminescent clusters: Filling the gap*”. Доклад профессора Ху вызвал большой интерес аудитории, а профессор и сам активно участвовал в дискуссиях, задавая вопросы другим участникам.

Забегая вперёд, отметим, что сотрудничество с профессором Ху и Хейлуцзянским университетом продолжится в ближайшие три года, поскольку наш Институт выиграл совместный грант Российского научного фонда (РНФ) и Государственного фонда естественных наук Китая (NSFC) по под-

держке международных российско-китайских научных коллективов.

В завершение заседания участники конференции сделали общее фото на память.

С пленарными сообщениями на конференции также выступали член-корреспондент РАН Жижин Константин Юрьевич, заместитель директора по научной работе Института общей и неорганической химии имени Н. С. Курнакова РАН (г. Москва) с докладом “*Кластерные анионы бора в синтезе материалов медицинского назначения*”,

Нижний Новгород выступил с докладом “*1,3-Diaza-2-metalols – a unique class of organic heterocycles*”.

Надо отдать должное участникам конференции – по просьбе оргкомитета слайды многих презентаций и названия докладов в программе были сделаны на английском языке. И всё это для того, чтобы наши гости из Поднебесной чувствовали себя более уверенно и комфортно.

В Кластере конференций приняли участие два гражданина Китайской народной республики – профессор Hui Xu из Хейлуцзянского университета г. Харбина и



Общее фото. Казань, 28 октября 2024 года.



К. Ю. Жижин, член-корреспондент РАН.

член-корреспондент РАН Федин Владимир Петрович, г.н.с. Института неорганической химии имени А. В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск с докладом “Супрамолекулярная химия металл-органических координационных полимеров: соединения включения и динамические процессы в кристаллах”, член-корреспондент РАН Антипин Игорь Сергеевич с докладом “Супрамолекулярная химия тиазоло[3,2-а]-пиримидинов”. Д.х.н., профессор РАН Соколов Максим Наильевич из Института неорганической химии имени А. В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск представил обзорный доклад “Координационная химия серебра – самоорганизация в кристаллах и динамика в растворе”.

За пять дней работы конференции 15 ключевых докладчиков рассказывали о последних достижениях в области своих научных интересов.



В. П. Федин, член-корреспондент РАН.



И. С. Антипин, член-корреспондент РАН.

Тема доклада доктора химических наук, профессора кафедры общей и неорганической химии Санкт-Петербургского Государственного Университета Грачёвой Елены Валерьевны – “Моноядерные комплексы $Pt(II)$ в роли строительных блоков супрамолекулярных систем”, а у её коллеги по университету доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой физической химии Викторова Алексея Исмаиловича – “Стереохимически нежесткие лиганды в дизайне полиядерных люминесцентных комплексов $Au(I)$ ”. Д.ф.-м.н. Колесников Илья Евгеньевич, специалист ресурсного центра СПбГУ “Оптические и лазерные методы исследования вещества” выступил с докладом “Современное состояние и перспективы люминесцентной термометрии на основе наночастиц, активированных редкоземельными ионами”.

Ещё три представителя Института неорганической химии им. А. В. Николаева Сибирского отделения РАН выступили в качестве ключевых докладчиков: директор Института доктор химических наук, профессор РАН Брылев Константин Александрович представил доклад



Профессор А. В. Викторов.



Задаёт вопрос: профессор А. В. Артемьев. Сидят (слева направо): профессор Л. Я. Захарова, д.х.н. Э. И. Мусина, к.х.н. А. А. Загидуллин.

“Динамические процессы в химии шестиядерных металлокластерных комплексов”; заведующий лабораторией Химии полиядерных металл-органических соединений доктор химических наук, профессор Конченко Сергей Николаевич выступил с докладом “Новые результаты в химии нетрадиционных комплексов лантаноидов”; доктор химических наук, профессор Артемьев Александр Викторович представил доклад “Новые люминесцентные материалы на основе марганца(II)”.

Москву представляли сотрудники Института элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН доктор химических наук, профессор РАН Белкова



Слева направо: к.х.н. З. Н. Гафуров, д.х.н., профессор РАН Н. В. Белкова, к.х.н. И. Ф. Сахапов.



Профессор С. Н. Конченко.

Наталья Викторовна с докладом “Нековалентные взаимодействия в реакциях биметаллических комплексов” и зав. лабораторией алюминий- и борорганических соединений ИНЭОС РАН доктор химических наук, профессор Сиваев Игорь Борисович с докладом “*Bis(dicarbollide) complexes of transition metals: how substituents affect geometry and properties of complexes*”.

Д.х.н., профессор Сколковского института науки и технологий Горин Дмитрий Александрович выступил с докладом “Применение методов полиционной сборки и индуцированной кристаллизацией адсорбции для получения нано- и микроконтейнеров”. Представитель МГУ им. М. В. Ломоносова кандидат химических наук Сыбачин Андрей Владимирович выступил с докладом “Супрамолекулярные ансамбли олигосахаридов для биомедицинских решений”.

География участников, действительно, была широка. Из Томского политехнического университета приехал д.х.н., профессор Постников Павел Сергеевич с докладом “Динамические процессы на поверхности плазмон-активных



Профессор Д. А. Горин.



И. В. Терехова, д.х.н., доцент.



В. А. Бурилов, д.х.н., доцент.

наночастиц на примере гомолиза алкоксиаминов”, из Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского – к.ф.-м.н. Свенская Юлия Игоревна с докладом “Интра- и трансдермальная доставка лекарств с использованием ватеритных контейнеров”, из Института химии растворов им. Г. А. Крестова РАН (г. Иваново) – д.х.н., доцент Терехова Ирина Владимировна с докладом “Перспективы применения природных и синтетических полимеров для доставки лекарств”.

С ключевыми докладами выступили и казанские учёные – д.б.н., профессор из ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН Пономарёва Мира Леонидовна сделала сообщение на тему: “Фундаментальные аспекты агробиологии и селекции: современные направления и поиск решений”, а д.х.н., доцент Казанского (Приволжского) федерального университета Бурилов Владимир Александрович – на тему: “Амфифильные триазолы на платформе (тиа)-каликс[4]аренов: синтез, самоорганизация и катализ”.

Стендовая сессия проходила два дня, по одному дню на каждую конференцию в кластере.



На стендовой сессии в научной библиотеке ИОФХ им. А. Е. Арбузова.



А. В. Торопчина и А. А. Кагилев.





А. А. Карасик и Л. Я. Захарова. В центре с наградами за лучший стендовый доклад Д. Д. Бекренев.



В центре с наградами за лучший устный доклад А. Р. Лакомкина и И. Д. Шутилов.



Всё время конференции работала Комиссия по оценке докладов, в состав которой вошли члены Совета молодых учёных ИОФХ.

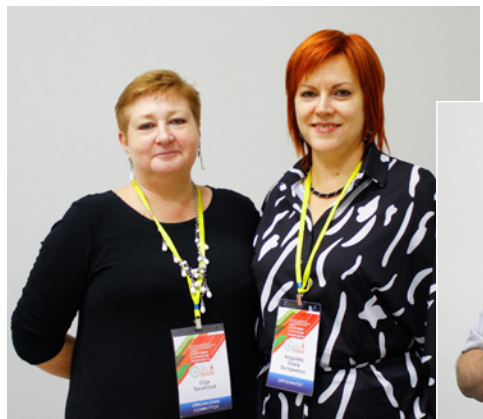
По итогам работы Комиссии за лучшие стендовые доклады были награждены:

- Ольбрых Арина Павловна, Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН,
- Хрусталёва Александра Антоновна, Санкт-Петербургский государственный университет,
- Бекренев Дмитрий Дмитриевич, ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН.

Лучшие устные доклады среди молодых учёных представили:

- Артеев Иван Сергеевич, Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН,
- Лакомкина Алёна Руслановна, ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН,
- Шутилов Илья Денисович, Казанский (Приволжский) федеральный университет.

Фуршет – обязательное мероприятие любой конференции. Именно там начинают завязываться прочные научные связи. Хорошая музыка, вкусная еда и пространство для общения – в этом нам помогают члены оргкомитета.



Члены оргкомитета – О. Е. Наумова и О. В. Андреева.



Сотрудники лаборатории ВОС и члены оргкомитета Кластера конференций – Д. Д. Бекренев и Р. А. Бабкин.

С. Н. Конченко и Е. В. Грачёва.



Участники и организаторы конференции.
Слева направо: Л. А. Васильева, А. А. Загидуллин,
Э. А. Васильева, Э. А. Романова.



“Вся Сибирь” на приветственном фуршете.
Слева направо: М. Н. Соколов, В. П. Федин,
К. А. Брылев, А. В. Артемьев, С. Н. Конченко.

Участники конференции
в Доме-музее академиков
А. Е. и Б. А. Арбузовых.



30 октября 2024 года в рамках программы конференции состоялась экскурсия в Дом-музей академиков Арбузовых. Музей Арбузовых – дважды музей – музей личностей уникальной судьбы и музей быта городской университетской интеллигенции конца XIX – середины XX века. Интерьеры всех комнат сохранены в неизменном виде со времени пребывания в доме семьи Арбузовых. Подлинники дают

максимальное представление о времени, в котором жила семья Арбузовых, и помогают представить биографии замечательных людей в атмосфере их домашней обстановки. На сегодняшний день это эталон мемориального музея. Участников конференции тепло встретили директор Дома-музея Наталья Сергеевна Кореева и сотрудники музея.

А. И. Карасик, Э. А. Васильева

Международные и российские конференции, в которых принимали участие сотрудники ИОФХ им. А. Е. Арбузова в 2024 году

Стало уже хорошей традицией рассказывать чуть более подробно об участии сотрудников ИОФХ им. А. Е. Арбузова в тех или иных важных научных форумах, тематика которых лежит в русле основных научных направлений деятельности Института.

XXII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии (Краснодарский край, “Сириус”, 8–12 октября 2024 г.)

Крупнейший химический форум – XXII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, начал свою работу 8 октября 2024 года в “Сириусе” – первой в России территории федерального значения, образованной в 2020 году.

Программа съезда, собравшего 4000 участников из 40 стран мира, традиционно охватывала практически все аспекты химической науки, включая организационную и финансовую поддержку фундаментальных и прикладных исследований. В работе самого авторитетного химического форума России приняли участие и сотрудники ИОФХ им. А. Е. Арбузова – члены РАН, доктора и кандидаты наук, а также молодые учёные.

Напомним, что история Менделеевских съездов началась в 1907 году, когда в Петербурге в год смерти Д. И. Менделеева был проведён Первый Менделеевский съезд, посвящённый памяти великого русского учёного. В дальнейшем Менделеевские съезды проводились с

интервалом в 4–5 лет в основных научных и культурных центрах России. В Казани – колыбели российской органической химии, в 2003 году проходил XVII Менделеевский съезд. И тогда одним из ключевых организаторов этого крупнейшего химического форума был ИОФХ им. А. Е. Арбузова Казанского научного центра РАН.

Академик РАН О. Г. Синяшин – член Организационного комитета съезда, с ключевым докладом на тему: “Новые фосфорные лиганды для катализа” выступил на секции “Катализ в науке и промышленности”. Приглашённые доклады сделали член-корр. РАН А. А. Карасик – “Дизайн биосовместимых люминесцентных систем на основе комплексов переходных металлов с *P,N* лигандами”, проф. РАН Д. Г. Яхваров – “Электрохимический синтез гомогенных металлокомплексных катализаторов селективной димеризации и тримеризации этилена”, д.х.н. Ю. Г. Будникова – “Электрохимическая



Команда ИОФХ им. А. Е. Арбузова на XXII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии (8–12 октября 2024 г., “Сириус”).



Академик РАН О. Г. Синяшин.



С приглашённым докладом выступает д.х.н. Ю. Г. Будникова.

Приглашённый докладчик –
член-корр. РАН А. А. Карасик.

функционализация C-H связи. Возможности на поздних стадиях синтеза”, д.х.н. М. Р. Якубов – “*Особенности состава асфальтенов и смол в остаточном продукте гидрокрекинга гудрона и перспективы его использова-*

ния для получения высокомаржинальных продуктов”. С устными докладами выступили д.х.н. А. Р. Мустафина, д.х.н. А. С. Газизов, к.х.н. Э. М. Гибадуллина, к.х.н. М. Н. Хризанфоров, м.н.с. Б. А. Файзуллин, А. М. Куч-



Заседание Круглого стола “Модернизация системы управления крупными научными проектами (КНП): преодоление барьеров и повышение эффективности”. Слева – академик А. Ю. Цивадзе, справа – академик О. Г. Синяшин.





Круглый стол: “О механизмах взаимодействия фундаментальной науки и реального сектора экономики”. В центре – д.х.н., проф. РАН Д. Г. Яхваров.

каев. Также был представлен целый ряд постерных сообщений.

Кроме того, О. Г. Синяшин, Д. Г. Яхваров, Ю. Г. Будникова и М. Р. Якубов председательствовали на секционных заседаниях.

В рамках XXII Менделеевского съезда был организован ряд Круглых столов, в работе которых учёные ИОФХ приняли самое активное участие. Так, за Круглым столом “Модернизация системы управления крупными научными проектами (КНП): преодоление барьеров и повышение эффективности” (руководители: академик РАН А. Ю. Цивадзе и академик РАН В. Ю. Кукушкин) активное участие принял академик РАН О. Г. Синяшин – заместитель председателя ОХНМ РАН, член

Организационного комитета съезда и координатор КПН Минобрнауки России по теме: “Экология промышленных городов” (2024–2026). Итогом обсуждения стали рекомендации, реализация которых позволит повысить эффективность научно-исследовательской работы организаций-исполнителей КНП, снизить административную нагрузку со стороны Минобрнауки РФ при формировании научных и финансовых отчётов, улучшить научно-технологический уровень междисциплинарных исследований в рамках КНП, включая международное и межрегиональное научное сотрудничество.

Профессор РАН Д. Г. Яхваров был одним из организаторов Круглого стола: “О механизмах взаимодействия фундаментальной науки и реального сектора экономики”.



Круглый стол “О механизмах взаимодействия фундаментальной науки и реального сектора экономики”. Слева д.х.н., проф. А. Р. Бурилов.



А. С. Овсянников, к.х.н., с.н.с. лаборатории Химии каликсаренов ИОФХ.



На заседании Круглого стола “Развитие молодёжных лабораторий в области новых материалов и химии” с сообщением о работе молодёжных лабораторий, соз-

Участники XXII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии – доктор химических наук Елена Александровна Чугунова (с.н.с. лаборатории Элементо-органического синтеза ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, Казань) и доктор химических наук Денис Александрович Чусов (зав. лаб. ИНЭОС РАН, Москва).

данных на базе институтов ФИЦ КазНЦ РАН в рамках Национального проекта России “Наука и университеты”, выступил заведующий молодёжной лабораторией Элементоорганических соединений и полимеров, к.х.н. А. А. Загидуллин.

Таким образом, учёные ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН внесли свой вклад в достижение целей крупнейшего российского форума – уметь отвечать на глобальные вызовы современности и делать нашу жизнь максимально качественной и безопасной в настоящем и будущем.

Т. Д. Кешнер

IV Конгресс молодых учёных в Университете “Сириус” (Краснодарский край, “Сириус”, 27 по 29 ноября 2024 г.)

IV Конгресс молодых учёных, проходивший в рамках Десятилетия науки и технологий на федеральной территории “Сириус”, стал ещё одним из ключевых событий 2024 года. Конгресс – крупнейшая площадка для диалога

передовой и фундаментальной науки, государственной власти и реального сектора экономики, он задаёт основные векторы научно-технологического развития России. В 2024 году форум собрал более 7000 участников, вклю-



Директор ФИЦ КазНЦ РАН, член-корр. РАН
А. А. Калачёв – участник IV Конгресса молодых учёных.





Слева направо: Алмаз Загидуллин, Эльмира Васильева, Денис Кузнецов, Дарья Кузнецова

чая учёных и аспирантов, преподавателей вузов и школ, предпринимателей, школьников, добившиеся значимых результатов в своих областях.

Активное участие в IV Конгрессе молодых учёных в Университете “Сириус” приняли также молодые учёные ИОФХ им. А. Е. Арбузова – кандидаты химических наук Алмаз Загидуллин, Михаил Хризанфоров, Ирина Зуева, Эльмира Васильева, Дарья Кузнецова, Денис Кузнецов и аспирант Максим Тарасов.

Масштаб мероприятий был грандиозным и поражал воображение! Участники Конгресса получили возможность послушать доклады выдающихся учёных, задать вопросы представителям Российского научного фонда, завести новые знакомства, обменяться идеями, посетить интересные музеи и вечнозелёные парки.

Насыщенная программа не оставляла никаких шансов на свободный график. А вокруг так много соблазнов! Съездить на “Роза Хутор”, прогуляться по набережной! Но старшие товарищи могли не волноваться – для молодых учёных ФИЦ “Казанский научный центр РАН” выбор был очевиден: на курорт “Роза Хутор” пускают всех, а в “Сириус” – только лучших!

Т. Д. Кешнер

Международные научные мероприятия

1. Всероссийская конференция с международным участием “VIII Российский день редких земель”, 13–16 февраля 2024, Нижний Новгород, Россия.
2. VI International Conference “Recent trends in Chemistry”, February 14–15, 2024, Islamabad, Pakistan.
3. Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных “Ломоносов-2024”, 12–26 апреля 2024, Москва, Россия.
4. X Международный симпозиум “Дизайн и синтез супрамолекулярных архитектур”, посвящённый 90-летию академика РАН Александра Ивановича Коновалова, 15–19 апреля 2024, Казань, Россия.
5. 77-я Международная школа-конференция молодых учёных “Биосистемы: организация, поведение, управление”, 15–19 апреля 2024, Нижний Новгород, Россия.
6. XXVII Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием), 16–18 апреля 2024, Нижний Новгород, Россия.
7. 9th International Congress on Biomaterials and Biosensors (9th BIOMATSEN 2024), April 18–24, 2024, Fethiye, Turkey.
8. 11th International Congress on Microscopy & Spectroscopy (INTERM 2024), April 18–24, 2024, Oludeniz, Turkey.
9. 27-я Пушинская школа-конференция молодых учёных с международным участием “Биология – наука XXI века”, 22–25 апреля 2024, Пушкино, Россия.
10. Всероссийская конференция по люминесценции (с международным участием) LUMOS-2024, 23–26 апреля 2024, Москва, Россия.
11. XII Международная научно-практическая конференция “Горизонты России”: Экономическое развитие в XXI веке: тенденции, вызовы и перспективы”, 25 апреля 2024. Москва–Казань, Россия.
12. 11th International School and Conference on Optoelectronics, Photonics, Engineering and Nanostructures “Saint Petersburg OPEN 2024”, May 14–17, 2024, Saint Petersburg, Russia.
13. XXV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых учёных “Химия и химическая технология в XXI веке”, 20–24 мая 2024, Томск, Россия.
14. II Международная научная студенческая конференция “Актуальные вопросы химии 21 века”, 25–26 мая 2024, Казань, Россия.
15. XIII Международная научная конференция и школа молодых учёных “Химия и технология растительных веществ”, 28 мая–1 июня 2024, Сыктывкар, Россия.

16. 2nd Sino-Russian Symposium on Chemistry and Materials, May 29 – June 1, 2024, Moscow, Russia.
17. VIII Международная конференция “Современные синтетические методологии для создания лекарственных препаратов и функциональных материалов (MOSM 2024)”, 9–13 июня 2024, Екатеринбург, Россия.
18. International Scientific Conference “Science, Technology and Innovation in the Period of the Revival of Epoch of the Powerful State”, June 11–14, 2024, Ashgabat, Turkmenistan.
19. XII Международная конференция “Механизмы каталитических реакций”, 17–21 июня 2024, Владимир, Россия.
20. XV Международная конференция “Синтез и применение порфиринов и их аналогов” (ICPC-15) и XIV Школа молодых учёных по химии порфиринов и родственных соединений, 24–29 июня 2024, Иваново, Россия.
21. 6-я Российская конференция по медицинской химии с международным участием “МедХим – Россия 2024”, 1–4 июля 2024, Нижний Новгород, Россия.
22. XXIV International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia (RCCT-2024), July 1–5, 2024, Ivanovo, Russia.
23. XX Международная научно-практическая конференция “Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения”, 4–10 июля 2024, п. Эльбрус, Россия.
24. 30th International Conference on Organometallic Chemistry, July 14–18, 2024, Agra, India.
25. 26th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry, August 18–22, 2024, Beijing, China.
26. 3rd International Symposium “Noncovalent Interactions in Synthesis, Catalysis, and Crystal Engineering”, August 19–25, 2024, Novosibirsk, Russia.
27. Международная научно-практическая конференция “Современные вызовы и пути решения приоритетных задач по воспроизводству минерально-сырьевой базы углеводородов”, 26–27 августа 2024, Казань, Россия.
28. XIII International Conference on Chemistry for Young Scientists “Mendeleev 2024”, September 2–6, 2024, St. Petersburg, Russia.
29. VIII Всероссийская конференция с международным участием “Техническая химия. От теории к практике”, посвящённая 300-летию Российской академии наук, 9–13 сентября 2024, Пермь, Россия.
30. XV Плесская международная научная конференция “Современные проблемы теоретической и прикладной электрохимии”, 9–13 сентября 2024, Плес, Ивановская обл., Россия.
31. II Междисциплинарная всероссийская молодёжная научная школа-конференция с международным участием “Молекулярный дизайн биологически активных веществ: биохимические и медицинские аспекты”, 16–20 сентября 2024, Казань, Россия.
32. The 4th International Online Conference on Crystals, September 18–20, 2024. Онлайн конференция, проводимая MDPI.
33. The 10th International Fall School on Organic Electronics (IFSOE-2024), September 22–26, 2024, Moscow region, Russia.
34. X Международная конференция по физической химии краун-соединений, порфиринов, и фталоцианинов, 23–27 сентября 2024, Туапсе, Россия.
35. International Conference “Magnetic Resonance – Current State and Future Perspectives” (EPR-80), September 23–27, 2024, Kazan, Russia.
36. XIII Международная конференция “Химия нефти и газа”, 23–27 сентября 2024, Томск, Россия.
37. IV Международный биотехнологический форум “BIOAsia-Altai 2024”, 23–28 сентября 2024, Барнаул, Россия.
38. IX Международный конгресс “Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине”, 2–4 октября 2024, Санкт-Петербург, Россия.
39. XXII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, 7–12 октября 2024, Федеральная территория “Сириус”, Сочи, Россия.
40. Симпозиум по медицинской химии в рамках XXII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, 7–12 октября 2024, Федеральная территория “Сириус”, Сочи, Россия.
41. 11-й Международный Фрумкинский симпозиум по электрохимии в рамках XXII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, 7–12 октября 2024, Федеральная территория “Сириус”, Сочи, Россия.
42. I Международная научно-техническая конференция “Коллоидная химия в нефтегазовой и химической промышленности для устойчивого развития и экологической безопасности”, 10–11 октября 2024, Ташкент, Узбекистан.
43. Кластер конференций по элементоорганической и супрамолекулярной химии (с международным участием) “Научные стратегии будущего”, 28 октября – 1 ноября 2024, Казань, Россия.
44. VI Международная конференция “Постгеном’2024”, XI Российский симпозиум “Белки и пептиды”, Российско-китайский конгресс в области наук о жизни, 29 октября – 2 ноября 2024, Москва, Россия.
45. International Conference “Chemistry of Organoelement Compounds and Polymers 2024”, November 18–22, 2024, Moscow, Russia.
46. Всероссийская с международным участием школа-конференция “Материалы и технологии XXI века”, 5–6 декабря 2024, Казань, Россия.

Всероссийские научные мероприятия

1. Всероссийская научная школа-конференция “Марковниковские чтения: органическая химия от Марковникова до наших дней”, 19–22 января 2024, Красновидово.
2. Всероссийская молодёжная научная школа-конференция “Актуальные проблемы органической химии”, 15–21 марта 2024, Шерегеш.
3. XIV Конференция молодых учёных по общей и неорганической химии, 9–12 апреля 2024, Москва.
4. V Всероссийский конгресс по защите растений, 16–19 апреля 2024, Санкт-Петербург.
5. Всероссийский форум молодых учёных “Медицинская наука: вчера, сегодня, завтра”, 18–19 апреля 2024, Москва.
6. VII Северо-Кавказский симпозиум по органической химии, 12–17 мая 2024, Ставрополь.
7. Научно-практическая конференция “Практические аспекты нефтепромышленной химии”, 22–24 мая 2024, Уфа.
8. IX Междисциплинарная конференция “Молекулярные и биологические аспекты химии, фармацевтики и фармакологии”, 28 мая – 1 июня 2024, Сыктывкар.
9. XVI Андриановская конференция “Кремнийорганические соединения: синтез, свойства, применение”, 2–6 июня 2024, Москва.
10. Третья Всероссийская конференция “Электрохимия в распределённой и атомной энергетике”, 25–30 июня 2024, пос. Эльбрус.
11. XI Национальная кристаллохимическая конференция, 1–5 июля 2024, Нальчик.
12. XXXVI Симпозиум “Современная химическая физика”, 16–26 сентября 2024, Туапсе.
13. VI Всероссийская конференция по органической химии, 23–27 сентября 2024, Москва.
14. Всероссийская конференция им. академика В. И. Овчаренко “Органические радикалы и органическая электрохимия: фундаментальные и прикладные аспекты”, 11–15 ноября 2024, Новосибирск.
15. VII Всероссийская конференция “Физика водных растворов”, 18–20 ноября 2024, Москва.

Итоговая конференция ФИЦ КазНЦ РАН 2024 года

Торжественное открытие Итоговой конференции

Торжественное открытие Итоговой конференции ФИЦ КазНЦ РАН, приуроченное ко Дню российской науки, состоялось 7 февраля 2025 года в конференц-зале Федерального исследовательского центра “Казанский научный центр РАН”.

Открыл форум заместитель директора ФИЦ КазНЦ РАН, профессор В. М. Чернов. Владислав Моисеевич прежде всего поздравил коллег с наступающим профессиональным праздником и передал поздравления ко Дню российской науки от Алексея Алексеевича Калачёва, который в эти



Заместитель директора ФИЦ КазНЦ РАН, д.б.н., профессор В. М. Чернов открывает Итоговую конференцию. 7 февраля 2025 г.



Доктор химических наук, профессор Мамедов Вахид Абдулла-оглы выступает с пленарным докладом “Перегруппировки спирогетерохиноксалинонов в создании би- и конденсированных гетероциклических систем”.

дни находился в командировке во Франции. В июне 2024 года ООН провозгласила 2025 год Международным годом квантовой науки и технологий (International Year of Quantum Science and Technology – IYQ), и в эти дни директор ФИЦ КазНЦ РАН, член-корреспондент РАН А. А. Калачёв – известный учёный и крупный специалист в области квантовой оптики и квантовых оптических технологий, в составе делегации Российской академии наук принимал участие в торжественных мероприятиях в Париже.

В программе Итоговой конференции ФИЦ КазНЦ РАН – семь секций по всем направлениям исследований, которые проводятся в Центре. Научную программу открыли пленарные сообщения учёных ИОФХ им. А. Е. Арбузова и Института механики и машиностроения.

Пленарный доклад на тему “Перегруппировки спиро-гетерохиноксалинонов в создании би- и конденсированных

гетероциклических систем” сделал главный научный сотрудник, заведующий лабораторией Химии гетероциклических соединений ИОФХ им. А. Е. Арбузова, доктор химических наук, профессор В. А. Мамедов.

Отмечая практическую значимость ряда синтезированных им и его сотрудниками соединений, профессор Мамедов отдельно остановился на противоопухолевой и противоболевой их активности.

Профессор Мамедов, именем которого названа перегруппировка – Mamedov Heterocycle Rearrangement, завершил своё выступление так:

Chemistry = Chem + is + try!

Химия – это про то, чтобы всегда пробовать, побеждать, а иногда и терпеть неудачи, но никогда не опускать руки и снова пробовать, не разбирая ни выходных, ни праздников, потому что по любви!

Химическая секция Итоговой научной конференции ФИЦ КазНЦ РАН 2024 года

Научная конференция по итогам работы ИОФХ им. А. Е. Арбузова в 2024 году, проходившая в рамках Химической секции Итоговой научной конференции ФИЦ КазНЦ РАН, состоялась в феврале 2025 года. 10 и 12 февраля в ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН прошла стендовая сессия Итоговой научной конференции, а 10 и 12–14 февраля – устная сессия.

Всего на конференции было представлено 68 докладов (37 устных и 31 стендовый). Приведённый ниже перечень позволяет получить представление о деятельности учёных ИОФХ в 2024 году.

Программа Химической секции

Устная сессия

(фамилии докладчиков подчёркнуты)

Заседание 1. Председатель – д.х.н., член-корреспондент РАН А. А. Карасик

10 февраля 2025 г. 10:00

конференц-зал ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН

1. Кашапов Р.Р., Разуваева Ю.С., Зиганшина А.Ю., Кашапова Н.Е., Сальников В.В., Сапунова А.С., Волошина А.Д., Захарова Л.Я. Супрамолекулярные ам-

- фифильные структуры на основе каликс[4]резорцинов и циклодекстринов: самосборка и инкапсулирование органических молекул
2. Лодочникова О.А., Герасимова Д.П., Захарычев Д.В., Сайфина А.Ф. *Супрамолекулярный стереоселективный синтез*
3. Гильмуллина З.Р., Морозова Ю.Э., Сякаев В.В., Валеева Ф.Г., Любина А.П., Амерханова С.К., Волошина А.Д., Губайдуллин А.Т., Антипин И.С. *Бетаиновые каликсрезорцины – синтез и изучение в качестве низкотоксичных функциональных наносистем*
4. Губайдуллина Л.М., Сайфина Л.Ф., Семёнов В.Э., Зуева И.В., Харламова А.Д., Петров К.А. *[(3,6-диметилаурацилил-1)-(урацилил-1)]алканы, несущие пентиламино(аммонио)бензильный фрагмент: синтез и антихолинэстеразные свойства*
5. Мамедова С.В., Мамедова В.Л., Коршин Д.Э., Сякаев В.В., Губайдуллин А.Т., Ризванов И.Х., Гаврилова Е.Л., Синяшин О.Г., Мамедов В.А. *2-(2-Нитроарилоксиран-1-ил)карбонильные соединения в синтезе гетероциклов*
6. Мансурова Э.Э., Шутова А.В., Любина А.П., Фазлеева Р.Р., Низамеев И.Р., Кадиров М.К., Волошина А.Д., Зиганшина А.Ю., Антипин И.С. *Разработка наносистем на основе каликс[4]резорцинов для нейтрализации пестицидов и последствий их воздействия*
7. Михайлов И.К., Гафуров З.Н., Морозов В.И., Зуева Е.М., Яхваров Д.Г. *Пинцрные комплексы платины с ННС-(бисфенолятными) редокс-активными лигандами в гидросилилировании алкенов*
8. Нефёдова А.А., Агарков А.С., Мингажетдинова Д.О., Баширова Е.С., Литвинов И.А., Соловьёва С.Е., Антипин И.С. *Новые возможности модификации 2-замещённых производных тиазоло[3,2-а]пиримидина для синтеза ранее недоступных гетероциклических соединений*
9. Смылова А.М., Немтарев А.В., Любина А.П., Волошина А.Д., Миронов В.Ф. *Функционализированные хиноны в синтезе биологически активных четвертичных фосфониевых и arsonиевых солей*
10. Герасимова Т.П., Кацюба С.А. *Физико-химические процессы, обуславливающие температурную зависимость оптических свойств ряда азотсодержащих гетероциклических соединений и их комплексов с Fe(II), Ni(II), Co(II) и Cu(I)*
11. Азнагулов Р.Ф. (КНИТУ), Сафаргалиева Л.Р., Гарифуллин Б.Ф., Богданов А.В., Газизов А.С., Катаев В.Е. *Первые представители формальных аналогов нуклеозидов на основе N-ацетил-D-глюкозамина и некоторых полициклических гетероциклов*
12. Володин П.А. (КФУ), Шутлов И.Д., Овсянников А.С., Французова Л.В., Герасимова Д.П., Соловьёва С.Е., Антипин И.С. *Синтез и структура новых оснований Шиффа на основе о-ксилилендиамин, а также их комплексов с 3d-элементами*
13. Евдокимов А.С. (КФУ), Кагилев А.А., Гафуров З.Н., Сахапов И.Ф., Синяшин О.Г., Мамедов В.А., Яхваров Д.Г. *Синтез, структура, магнитные и электрохимические свойства биядерных комплексов никеля (II) с мостиковыми лигандами на основе 2,2'-бизбензидазола*
14. Злыгостев А.Д. (КФУ), Кононов А.И., Хворова М.А., Стрекалова С.О., Будникова Ю.Г. *Получение N-фениламидов в условиях электрохимического синтеза*
15. Иова А.А. (КФУ), Стрельникова Ю.В., Овсянников А.С., Исламов Д.Р., Губайдуллин А.Т., Литвинов И.А., Соловьёва С.Е., Антипин И.С. *Синтез и кристаллическая структура новых производных (тиа)каликс[4]аренов, функционализированных имидами и триазолильными фрагментами*
16. Маилан М.Г. (КФУ), Агарков А.С., Габитова Э.Р., Кожихов А.А., Французова Л.В., Лодочникова О.А., Литвинов И.А., Соловьёва С.Е., Антипин И.С. *Карбоксильные производные на основе тиазоло[3,2-а]пиримидинов: синтеза и координационные свойства*
17. Масленников А.А. (КФУ), Жданова К.А. (РТУ МИРЭА), Брагина Н.А. (РТУ МИРЭА), Фазлеева Р.Р., Янилкин В.В., Зиганшина А.Ю., Антипин И.С. *Создание нанокомпозитов на основе порфирина и виологен кавитанда для фотодинамической терапии рака*
18. Мингажетдинова Д.О. (КФУ), Агарков А.С., Нефёдова А.А., Литвинов И.А., Соловьёва С.Е., Антипин И.С. *Реакция сужения пиримидинового цикла под действием системы N-бромсукцинимид – вода в тиазоло[3,2-а]пиримидиновом ряду как ключевая концепция синтеза ранее недоступных имидазо[2,1-b]-тиазолов*
19. Никитин М.М. (КФУ), Кучкаев Айдар М., Кучкаев Айрат М., Сухов А.В., Синяшин О.Г., Яхваров Д.Г. *Каталитическая активность 2D/2D/0D гетероструктуры на основе графитоподобного нитрида углерода, малослойного чёрного фосфора и фосфида кобальта в реакции выделения водорода*
20. Романова Э.А. (КФУ), Васильева Л.А., Гайнанова Г.А., Бахтияров Д.И., Галкина И.В., Захарова Л.Я. *Липосомы, модифицированные изотиурониевыми ПАВ: влияние противоиона на физико-химические свойства наноконтейнеров*
21. Федонин А.П. (КФУ), Ившин К.А., Метлушка К.Е., Камашев А.А., Захарычев Д.В., Катаева О.Н. *Новые динамические сокристаллы с переносом заряда на основе производных антрацена и TCNQ, структура и свойства*
22. Яхья В.А. (КФУ), Спиридонова Ю.С., Стрельник И.Д., Карасик А.А., Мусина Э.И. *Смешанно-лигандные хелатные дииминовые комплексы меди(I) с пространственно-затрудненными P,P-лигандами: синтез и люминесценция*
- Заседание 2. Председатель – д.х.н. А. Р. Хаматгалимов
12 февраля 2025 г. 10:00
конференц-зал ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН

Заседание 3. Председатель – д.х.н. М. Р. Якубов

13 февраля 2025 г. 10:00

конференц-зал ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН

23. Стрельник И.Д., Даянова И.Р., Куренков А.В., Мусина Э.И., Карасик А.А. Люминесцентные комплексы золота(I) и меди(I) с 1,5-диаза-3,7-дифосфациклооктанами
24. Гатауллина Р.М. (КФТИ), Солодов А.Н., Никифоров В.Г., Жарков Д.К., Загидуллин А.А., Шмелёв А.Г., Леонтьев А.В., Нуртдинова Л.А., Амиров Р.Р. Новый подход к получению наночастиц фторидов редкоземельных элементов, легированных лантаноидами и их применение
25. Саитова А.М., Герасимова Т.П., Загидуллин А.А., Милюков В.А., Кацюба С.А. Прототропная таутомерия 6-*R*-3-гидрокси-2-пиразинкарбоксамидов в возбуждённом состоянии
26. Стрельникова Ю.В., Овсянников А.С., Пятаев А.В. (КФУ), Исламов Д.Р., Дороватовский П.В. (НИЦ “Курчатовский институт”), Хаматгалимов А.Р., Губайдуллин А.Т., Литвинов И.А., Соловьёва С.Е., Антипин И.С. Новые биядерные Fe(III)-комплексы на основе дизамещённых по нижнему ободу (тиа)каликс[4]-аренов с бис-хелатными салицилиденаминными координирующими центрами: структура и контроль спиновых свойств
27. Фазылзянова Г.Р., Ганеева Ю.М., Охотникова Е.С., Барская Е.Е., Юсупова Т.Н. Условия стабильности битумных вяжущих, модифицированных вторичными полиэтиленами
28. Шашин М.С., Галяметдинова И.В., Семёнов В.Э., Парфёнов А.А., Беляев Г.П., Выштакалюк А.Б., Зобов В.В. Новые производные 1,2-дигидропиримидин-2-она: синтез, цитотоксичность и цитопротекторные свойства
29. Шутилов И.Д., Овсянников А.С., Исламов Д.Р., Губайдуллин А.Т., Литвинов И.А., Дороватовский П.В. (НИЦ “Курчатовский институт”), Соловьёва С.Е., Антипин И.С. Синтез, структура и адсорбционные свойства новых координационных клеток на основе 3d кластеров сульфонилкаликс[4]арена и хиральных производных изофталевой кислоты
30. Шайхутдинова З.М., Паширова Т.Н., Бухаров С.В., Богданов А.В., Миронов В.Ф., Массон П. Особенности связывания ингибиторов на основе аммониевых производных пирокатехина с бутирилхолинэстеразой: кинетический анализ и фармакологическое значение

Заседание 4. Председатель – д.х.н., член-корреспондент РАН А. А. Карасик

14 февраля 2025 г. 10:00

конференц-зал ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН

31. Мустафина А.Р., Бочкова О.Д., Ахмадеев Б.С., Степанов А.С. Создание эффективных и безопасных контрастных агентов для МР томографии. Проблемы и перспективы

32. Янилкин В.В., Фазлеева Р.Р., Насретдинова Г.Р., Димиев А.М. (КФУ) Медиаторный электросинтез графена
33. Загидуллин А.А. Направления деятельности лаборатории элементоорганических соединений и полимеров ИОФХ им. А. Е. Арбузова
34. Гайнуллина А.М., Борисова Ю.Ю., Якубов М.Р., Борисов Д.Н. Влияние нефтяных асфальтенов на эксплуатационные свойства полимерных материалов
35. Кушназарова Р.А., Миргородская А.Б., Кузнецов Д.М., Ленина О.А., Петров К.А., Никитин Е.Н., Захарова Л.Я., Синяшин О.Г. Катионные ПАВ как эффективные адъюванты в пестицидных наноконпозициях
36. Нагорнова О.А., Фосс Л.Е., Шабалин К.В., Якубов М.Р., Борисов Д.Н. Сравнительный анализ продуктов кислотной функционализации нефтяных смол и асфальтенов
37. Ризбаева Т.С., Смолобочкин А.В., Газизов А.С., Бурилов А.Р., Пудовик М.А. Синтез новых пирролидинов, пиразолопиридинов и пирролизидинов основанный на реакции производных 4,4-диэтоксипутан-1-амин и 3-арилиден-1-пирролина с гетероциклическими соединениями

Стендовая сессия

10 февраля 2025 г. 14:30

Научная библиотека ИОФХ им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН

1. Ахмадгалеев К.Д., Куренков А.В., Шмелёв А.Г., Стрельник И.Д., Мусина Э.И., Карасик А.А. Синтез пиренилфенилфосфина и *P,N*-лигандов на его основе
2. Бабкин Р.А., Васильева Э.А., Валеева Ф.Г., Кузнецов Д.М., Низамеев И.Р., Любина А.П., Волошина А.Д., Захарова Л.Я., Синяшин О.Г. Синтез, агрегационное поведение и функциональная активность пирролидиневых амфифилов, ковалентно конъюгированных с липоевой кислотой
3. Гайсин А.И., Вахонина Т.А., Валиева А.А., Шарипова А.В., Шмелёв А.Г., Хаматгалимов А.Р., Балакина М.Ю. Влияние условий получения хромофорсодержащих полимеров на их нелинейно-оптические характеристики
4. Кузнецова Е.Д., Фазлеева Р.Р., Насретдинова Г.Р., Евтюгин В.Г., Янилкин В.В. Метилвиологен-медиаторный электросинтез наночастиц серебра на углеродном носителе
5. Левицкая А.И., Калинин А.А., Фоминых О.Д., Балакина М.Ю. Дипольные хромофоры с (азинилметил) малонитрильными акцепторными фрагментами: теоретические расчёты УФ-спектров и молекулярных НЛО характеристик
6. Левицкая А.И., Фоминых О.Д., Балакина М.Ю. Атомистическое моделирование новых композиционных электрооптических материалов на основе полиимидной матрицы-хозяина с различными хромофорами-гостями

7. Насибуллин И.О., Утяшев Д.Н., Мусина Э.И., Карасик А.А. Синтез и фотофизические свойства комплексов макроциклических тетрафосфиноксидов с хлоридом марганца(II)
8. Николаева Д.В., Галимуллина В.Р., Сякаев В.В., Губайдуллин А.Т., Ризванов И.Х., Синяшин О.Г., Мамедов В.А. Катализируемая H_2SO_4 перегруппировка 5,6-дициано-3-(2-оксо-2-этил)пиазин-2(1H)-онов под действием гидразингидрата в синтезе 2-(пиазол-3-ил)имидазо[4,5-d]пиридазинов
9. Перевалова Д.С., Жукова Н.А., Бесчастнова Т.Н., Сякаев В.В., Ризванов И.Х., Синяшин О.Г., Мамедов В.А. 3-Цианохиноксалин-2(1H)-оны в качестве поставщиков одноуглеродного фрагмента для построения 2-(бензимидазол-2-ил)перимидинов из нафто-1,8-диамина
10. Разуваева Ю.С., Кашапов Р.Р., Зиганшина А.Ю., Сапунова А.С., Волошина А.Д., Захарова Л.Я. Супрамолекулярные наночастицы на основе виологеновых каликс[4]резорцинов и РНК как наноконтейнеры для гидрофильных и гидрофобных субстратов
11. Сулейманов Э.Г., Шулаева М.М., Семёнов В.Э., Зуева И.В., Харламова А.Д., Петров К.А. Ингибиторы холинэстераз на основе пурина: синтез и антихолинэстеразная активность
12. Тазин А.А. (КФУ), Шустиков А.А., Исламова Л.Н., Фазлеева Г.М., Шарипова С.М., Калинин А.А. Дипольные хромофоры с (азинилметил)малононитрильными акцепторными фрагментами: синтез и оптические свойства
13. Тартова А.А., Фазлеева Р.Р., Насретдинова Г.Р., Евтюгин В.Г., Янилкин В.В. Медиаторный электросинтез наночастиц палладия и золота с использованием комплексов кобальта(III)
14. Хворова М.А., Стрекалова С.О., Злыгостев А.Д., Кононов А.И., Будникова Ю.Г. Электрохимическое C-H/N-H сочетание фенотиазинов с (гетеро)ароматическими субстратами
15. Чурбанова Е.С. (КФУ), Габдрахманова Ф.Б., Парфёнов А.А., Клешина С.Р., Соловьёва С.Е., Антипин И.С. Супрамолекулярные системы на основе азотиакаликс[4]арена для обнаружения гипоксии в клетках
- 12 февраля 2025 г. 14:30
Научная библиотека ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН
16. Бобоеров М.О., Ахмадеев Б.С., Губайдуллин А.Т., Мустафина А.Р. Структура тетраядерных кластеров как способ управления физико-химическими свойствами $Mn(II)$ -содержащих контрастных агентов
17. Горбачук Е.В., Михайлов М.А., Сухих Т.С., Соколов М.Н., Синяшин О.Г., Яхваров Д.Г. Термическая трансформация кластерного иодида рения $Re3I9$ и смешанных галогенидов рения $Re3I3Cl6$ и $Re3I3Br6$, полученных на его основе
18. Дидык Д.Б., Цапаева О.В., Немтарев А.В., Миرون В.Ф. Дизайн и синтез O-гликозидов лупановых тритерпеноидов, содержащих митохондриально направленный фрагмент
19. Камалетдинов А.З. (КНИТУ), Смолобочкин А.В., Газизов А.С., Бурилов А.Р., Пудовик М.А. (Имидазол)карбоновые кислоты: трёхкомпонентный фотохимический синтез
20. Качмаржик С.Е., Кучкаев Айрат М., Кучкаев Айдар М., Сухов А.В., Зуева Е.М., Морозов В.И., Хаяров Х.Р., Добрынин А.Б., Синяшин О.Г., Яхваров Д.Г. Координационные соединения на основе белого фосфора как электрокатализаторы реакции выделения водорода
21. Кашанский В.С., Сухов А.В., Кучкаев А.М., Синяшин О.Г., Яхваров Д.Г. Получение новых каталитически активных материалов на основе наночастиц переходных металлов (Ni, Co, Cu) для процессов выделения молекулярного водорода
22. Милордов Д.В., Миронов Н.А., Тазеев Д.И., Тазеева Э.Г., Якубова С.Г., Борисова Ю.Ю., Борисов Д.Н., Якубов М.Р. Особенности состава асфальтенов и смол в остаточном продукте гидрокрекинга гудрона
23. Муртазина Л.И., Муравцева К.А., Костина Л.А., Сергеева С.Ю., Рыжкина И.С. Особенности самоорганизации, физико-химических свойств и флуоресценции разбавленных водных систем регулятора роста растений индолил-3-уксусной кислоты
24. Нгуен Хоанг Бао Чан (КНИТУ), Гибадуллина Э.М., Неганова М.Е., Любина А.П., Волошина А.Д., Бурилов А.Р. Диарилметилфосфонаты, содержащие пространственно-затрудненный фенол: синтез, генерация АФК и индукция апоптоза
25. Ромашов Н.П. (КНИТУ), Миронова И.Р., Герасимова Д.П., Сякаев В.В., Бурилов А.Р. Новые дендримеры I порядка на каликс[4]резорциновом ядре с множественными терминальными тройными связями: синтез и свойства
26. Сидлярук Н.А., Смолобочкин А.В., Газизов А.С., Бурилов А.Р., Пудовик М.А. Соли 3-арилиден-1-пирролина как платформа для создания pH- и фото-переключателей. Получение аналогов алкалоида анибамина
27. Трифонов А.В., Кибардина Л.К., Толеген А.Е. (КНИТУ), Газизов А.С., Бурилов А.Р., Пудовик М.А. Синтез новых полициклических 7-азакумаринов в реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения
28. Хазиева А.Р., Михайлов А.А. (Университет Лотарингии, Франция), Костин Г.А. (ИНХ СО РАН), Волошина А.Д., Мустафина А.Р. Силикатные наночастицы, декорированные нитрозильными комплексами $Ru(II)$, как наноматериалы для противораковой терапии

29. Шакиров А.М., Гибадуллина Э.М., Любина А.П., Волошина А.Д., Бурилов А.Р. Синтез α -амино-, амидофосфонатов, содержащих пространственно-затрудненный фенольный и ацетальный фрагменты
30. Шведова А.Е., Судакова С.Н., Мамбетова Г.Ш., Вацуро И.М. (МГУ), Сякаев В.В., Маслий А.Н. (КНИТУ), Мустафина А.Р., Подъячев С.Н. Сопряжённые 1,3-ди-

кетопроизводные каликс[4]арена и их люминесцентные комплексы с ионами Eu^{3+} и бора

31. Шибаета К.О. (КНИТУ), Волина Н.Е., Смолобочкин А.В., Газизов А.С., Бурилов А.Р., Пудовик М.А. Синтез новых производных ди(гет)арилметана на основе *N*-замещённых ацеталей и оценка их биологической активности

Заккрытие Итоговой научной конференции

14 февраля 2025 года завершила свою работу Химическая секция Итоговой конференции ФИЦ КазНЦ РАН 2024 года.

С пленарным докладом “Создание эффективных и безопасных контрастных агентов для МР томографии. Проблемы и перспективы” выступила доктор химических наук Мустафина Асия Рафаэлевна, заведующий лабораторией Физико-химии супрамолекулярных систем.

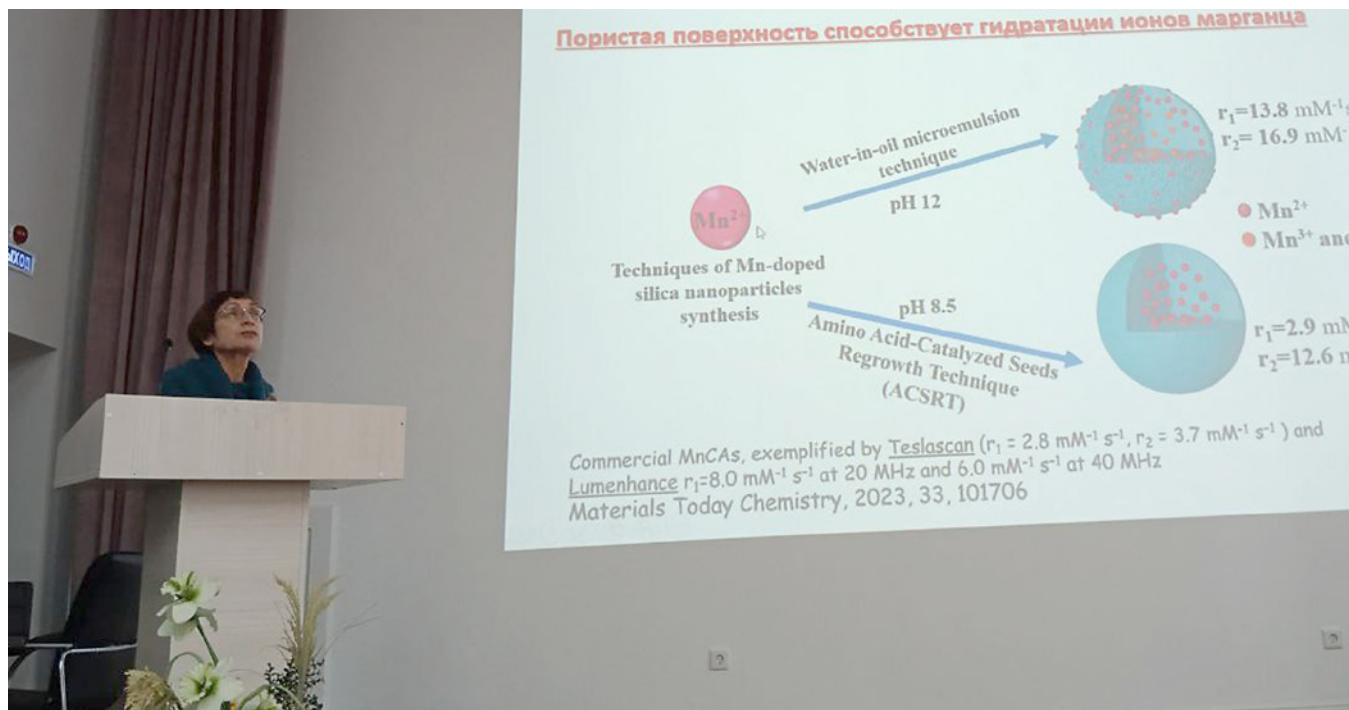
По окончании устной сессии были поведены итоги оценки докладов молодых учёных, проводившейся силами Совета молодых учёных. Комиссия отметила высокий уровень всех представленных работ и высокую степень междисциплинарности исследований.

Победители в номинации “Стендовый доклад”:

- Диплом III степени: Шибаета Карина “Синтез новых производных ди(гет)арилметана на основе

N-замещённых ацеталей и оценка их биологической активности” (лаб. ЭОС);

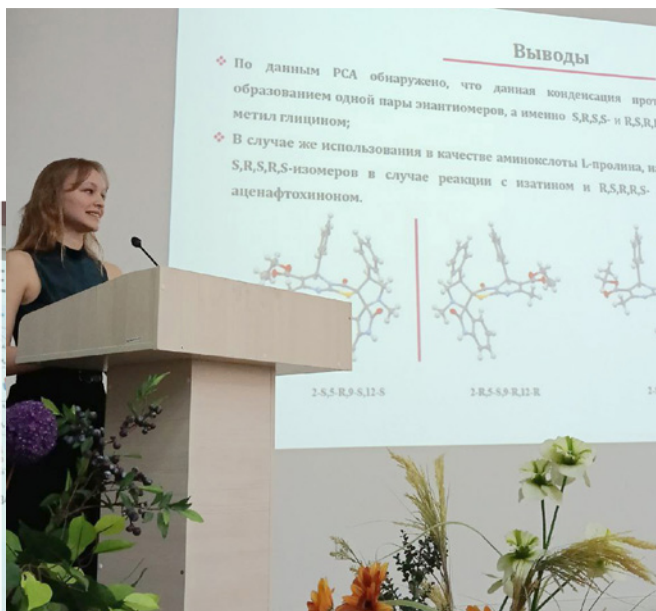
- Диплом II степени: Ромашов Никита “Новые дендримеры I порядка на каликс[4]резорциновом ядре с множественными терминальными тройными связями: синтез и свойства” (лаб. ЭОС);
 - Диплом I степени: Чурбанова Екатерина “Супрамолекулярные системы на основе азотиакаликс[4]арена для обнаружения гипоксии в клетках” (лаб. ХК);
- Победители в номинации “Устный доклад”:
- Диплом III степени: Шутитов Илья Денисович “Синтез, структура и адсорбционные свойства новых координационных клеток на основе 3d кластеров сульфоникаликс[4]арена и хиральных производных изофталевой кислоты” (лаб. ХК);



А. Р. Мустафина выступает с пленарным докладом.

А. А. Нефёдова (лаб. Химии калмиксаренов).

Р. Р. Кашапов (лаб. Высокоорганизованных сред).



На стендовой сессии.

– Диплом III степени: Шайхутдинова Зухра Мунавировна “Особенности связывания ингибиторов на основе аммониевых производных пирокатехина с бутирилхолинэстеразой: кинетический анализ и фармакологическое значение” (лаб. ФАПС);

– Диплом II степени: Стрельникова Юлия Владимировна “Новые биядерные Fe(III)-комплексы на основе диза-мещённых по нижнему ободу (тия)каликс[4]аренов с бис-хелатными салицилиденаминными координирующими центрами: структура и контроль спиновых свойств” (лаб. ХК);

Вручение дипломов молодым учёным, представившим лучшие сообщения.



Никита
Ромашов



Карина Шибасева



Екатерина
Чурбанова



Юлия
Стрельникова



Элина Мансурова



Илья
Шутилов

– Диплом I степени: Мансурова Элина Эльшатовна
“Разработка наноносителей на основе каликс[4]резорцинов для нейтрализации пестицидов и последствий их воздействия” (лаб. ХК).

Руководитель ИОФХ им. А. Е. Арбузова, член-корр. РАН А. А. Карасик поздравил всех участников с завершением Итоговой конференции, отметив, что исследования, представленные на конференции, актуальны, что они

отвечают вызовам российской науки и коррелируют с основными направлениями исследований Института в рамках государственного задания и что многие работы носят междисциплинарный характер, а это соответствует требованиям времени. Также А. А. Карасик подчеркнул высокий уровень всех представленных работ и пожелал всем дальнейших успехов на научном поприще.

А. В. Торопчина

ФИЦПРЕСС
2025

ISBN 978-5-94469-054-8