

# СБОРНИК ТЕЗИСОВ



**RUDN**  
university

**VII ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ  
ЗАВЕДУЮЩИХ КАФЕДРАМИ  
ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
И РОДСТВЕННЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**18-20 мая 2026 года  
Москва**

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ И ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

### Воскресенский Леонид Геннадьевич

д.х.н., проф., декан факультета  
физико-математических и  
естественных наук (РУДН, Россия)  
– *председатель оргкомитета*

### Ненайденко Валентин Георгиевич

д.х.н., проф., чл.-корр. РАН (МГУ  
имени М.В. Ломоносова, Россия)  
– *сопредседатель оргкомитета*

### Феста Алексей Алексеевич

к.х.н., доцент кафедры  
органической химии  
(РУДН, Россия) – *секретарь  
организационного комитета*

### Титов Александр Анатольевич

к.х.н., доцент кафедры  
органической химии  
(РУДН, Россия) – *секретарь  
организационного комитета*

### Голубенкова Александра Сергеевна

канд. хим. наук, зам. декана по  
научной работе (РУДН, Россия)  
– *секретарь организационного  
комитета*

### Голанцов Никита Евгеньевич

к.х.н., доцент кафедры  
органической химии (РУДН,  
Россия)

### Князева Елена Игоревна

к.х.н., заместитель директора  
ОИХИ (РУДН, Россия)

## Организаторы



RUDN  
university

## Генеральный спонсор



## Спонсоры



## Технический партнер



ООО «МЕСОЛ»  
[www.mesol.ru](http://www.mesol.ru)



**RUDN**  
university

VII Всероссийское Собрание  
заведующих кафедрами органической химии  
и родственных специальностей

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ**

18-20 мая 2026 года  
Москва

## **СОДЕРЖАНИЕ**

**5**

**ДОКЛАДЫ УЧАСТНИКОВ  
СОВЕЩАНИЯ**

**23**

**ДОКЛАДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
КАФЕДРЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ  
ХИМИИ РУДН**

**54**

**АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ**



**ДОКЛАДЫ  
УЧАСТНИКОВ  
СОВЕЩАНИЯ**

Берганаева Г.Е., Дюсебаева М.А., Ирмухаметова Г.С., Ибрагимова Н.А., Adeloeye A.O.

## ЗЕЛЕНый СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАЗАХСТАНА И ОЦЕНКА ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

*Farabi University, Алматы, Казахстан*

Berganayeva G.Ye., Dyusebayeva M.A., Irmukhametova G.S., Ibragimova N.A., Adeloeye A.O.

## GREEN SYNTHESIS OF METAL NANOPARTICLES USING EXTRACTS OF MEDICINAL PLANTS FROM KAZAKHSTAN AND EVALUATION OF THEIR BIOLOGICAL ACTIVITY

Глобальное распространение мультирезистентных патогенных микроорганизмов существенно осложняет лечение хронических ран. Разработка новых лекарственных средств требует значительных временных затрат, поэтому гибридные материалы, такие как наночастицы, стабилизированные растительными экстрактами, рассматриваются как перспективные антисептические агенты.

В данной работе представлены результаты «зеленого» синтеза наночастиц серебра (AgNPs) и оксида цинка (ZnO NPs), стабилизированных фитохимическими компонентами лекарственных растений *Arctium lappa* и *Plantago major*, собранных в Казахстане.

Для синтеза использовали водные и н-бутанольные экстракты исследуемых растений. Выбор двух типов экстрактов обусловлен различием их химического состава: водные экстракты богаты полярными соединениями (полисахаридами, белками, аминокислотами, фенольными соединениями), обеспечивающими восстановление ионов металлов и формирование наноструктур. Н-бутанольные экстракты содержат менее полярные соединения (флавоноиды, агликоны, терпеноиды), которые могут выступать как эффективные восстановители и стабилизаторы, влияя на размер, заряд и устойчивость наночастиц. Таким образом, применение двух типов экстрактов позволяет расширить спектр биологически активных компонентов и оценить влияние полярности экстрагента на свойства наночастиц.

Полученные наночастицы характеризовались средним размером менее 100 нм и отрицательным поверхностным зарядом ( $\zeta$ -потенциал AgNPs — 20,46 мВ; ZnO NPs — 15,45 мВ). Анализ методом просвечивающей электронной микроскопии показал неоднородную структуру частиц. Поверхностный плазмонный резонанс (SPR) AgNPs и ZnO NPs наблюдался при 420–430 нм и 328–330 нм соответственно. Дополнительная ультразвуковая обработка реакционной смеси не привела к усилению SPR-пика, что указывает на отсутствие существенного завершения восстановительных процессов.

Оценка антимикробной активности показала, что н-бутанольный экстракт *Plantago major* проявляет умеренное ингибирующее действие в отношении *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus*, тогда как против *Proteus mirabilis* его активность выражена слабее. ZnO NPs, синтезированные с использованием данного экстракта, демонстрируют избирательную активность с более выраженным эффектом против *Proteus mirabilis* и умеренным — против *Staphylococcus aureus*, при ограниченном общем спектре действия.

AgNPs, полученные на основе водного экстракта *Arctium lappa*, показали более высокую антимикробную активность по сравнению с исходным экстрактом. Наиболее выраженный эффект отмечен против *Pseudomonas aeruginosa*, умеренный — против *Klebsiella pneumoniae*, тогда как против *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis* и *Proteus vulgaris* активность была слабой или отсутствовала.

Бахтиярова Ю.В., Пак Х., Галкина И.В.

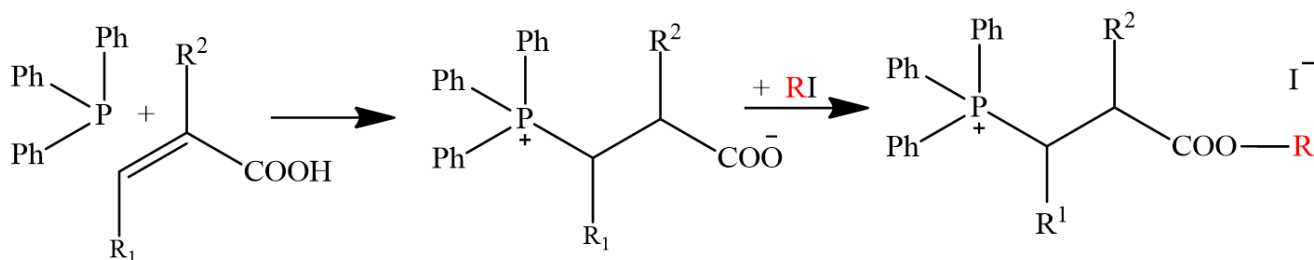
## РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПОДХОДА К КОНСТРУИРОВАНИЮ ОНИЕВЫХ СИСТЕМ ЭЛЕМЕНТОВ V И VI ГРУПП СО СЛОЖНОЭФИРНЫМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ

Химический институт им А.М. Бутлерова Казанский федеральный университет, Казань

Bakhtiyarova Yu.V., Park H., Galkina I.V.

### DEVELOPMENT OF AN ALTERNATIVE APPROACH TO THE CONSTRUCTION OF ONIUM SYSTEMS OF ELEMENTS OF GROUPS V AND VI WITH ESTER SUBSTITUENTS

Ранее в литературе [1] описывались двухстадийные методы синтеза фосфониевых солей содержащих сложноэфирные фрагменты, где на первом этапе синтезировали ониевые соединения с карбоксильной или карбоксилатной группой, а на второй стадии проводили реакцию алкилирования соответствующим галоидным алкилом (схема 1).



$R = \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5, i\text{-Pr}, \text{Bu}, \text{C}_8\text{H}_{17}, \text{C}_{10}\text{H}_{21}, \text{C}_{12}\text{H}_{25}, \text{C}_{14}\text{H}_{29}, \text{C}_{16}\text{H}_{33}.$

$R^1 = \text{H}, \text{CH}_3, \text{Ph}, \text{ClC}_6\text{H}_4, \text{COOH};$

$R^2 = \text{H}, \text{CH}_3, \text{CH}_2\text{COOH};$

Схема 1

В настоящее время разработан одностадийный трёхкомпонентный метод синтеза фосфониевых, арсениевых, изотиуруниевых солей, содержащих сложноэфирную группу (схемы 2 и 3). Однако, у данного метода есть ряд ограничений. Следует отметить, что реакции тиомочевины с галогенуксусными кислотами, где в качестве растворителя использовались спирты (метанол, этанол, изопропанол) протекают несколько иначе и приводят в большинстве своем к образованию тиазолидиндиона [2]. В тоже время реакции третичных фосфинов и арсинов с бромуксусными кислотами в спиртовой среде протекают довольно легко с образованием соответствующих ониевых солей, содержащих сложноэфирную группу.

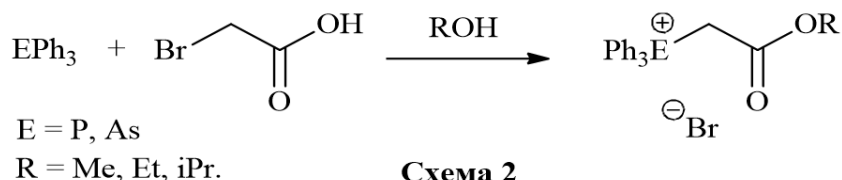


Схема 2

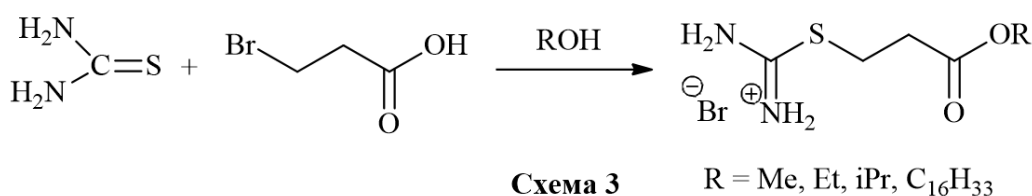


Схема 3

Предложенный нами подход хорошо реализуется при проведении реакций с бромпроизводными карбоновых кислот. В случае с хлоркарбоновыми кислотами, данные реакции также могут протекать, однако время реакции увеличивается в разы, а выход целевого продукта небольшой. Нами был выделен и охарактеризован продукт реакции тиомочевины с хлорпропионовой кислотой в среде метанола (схема 4).

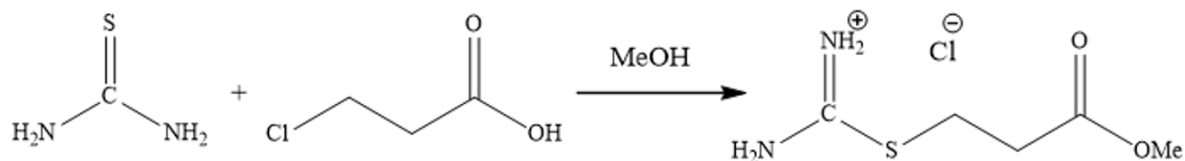


Схема 4

Для получения сложных эфиров дикарбоксилатных фосфабетаинов предложена также трехкомпонентная реакция с йодметаном в спиртовой среде, которая приводит к образованию сложноэфирной группы за счет алкильного радикала молекулы спирта (схема 5) [3].

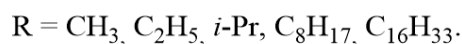
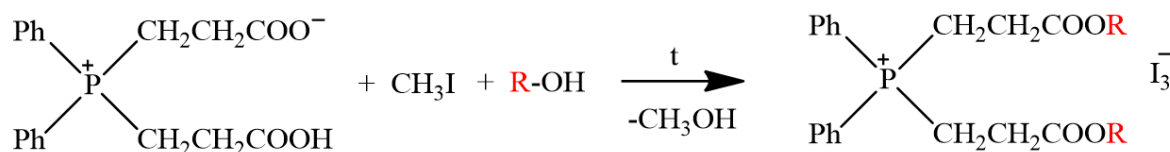


Схема 5

Реакция согласно схеме 5 протекает легче и с более высоким выходом, по сравнению с реакцией алкилирования дикарбоксилатного фосфабетаина избытком галоидного алкила в среде ацетонитрила.

Важно, что монокарбоксилатные фосабетаины алкилируются галоидными алкилами по классической схеме и не зависят от использования спиртов в качестве растворителя.

Строение и состав всех синтезированных соединений доказаны комплексом физических и физико-химических методов исследования, таких как: ИК, УФ, ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{31}\text{P}$  спектроскопии, ТГ-ДСК и для некоторых соединений был выполнен рентгеноструктурный анализ и для всех соединений были получены результаты элементного анализа. Итогом проведенного исследования стал вывод, о том, что на необычное протекание реакции алкилирования дикарбоксилатных фосфабетаинов влияет наличие кислого протона и ониевого центра, а также необходим избыток, как йодистого метила, так и спирта.

### Список литературы

1. Галкин В.И. Синтез и свойства фосфабетаиновых структур. II. Синтез и молекулярная структура трифенилфосфонийэтилкарбоксилата и продуктов его алкилирования / В.И. Галкин, Ю.В. Бахтиярова, Н.А. Полежаева, И.В. Галкина, Р.А. Черкасов, Д.Б. Криволапов, А.Т. Губайдуллин, И.А. Литвинов // Журнал общей химии. 2002. Т.72, вып.3. С. 404-411;
2. Андреева В.В., Смирнова Д.А., Рамш С.М. Алкилирование тиомочевин галогенуксусными кислотами. Часть 1. Алкилирование тиомочевины монохлоруксусной кислотой: что известно и что не известно после 150 лет изучения реакции (мини-обзор) // Известия СПбГТИ(ТУ). 2024. №70(96). С. 42-52.
3. Бахтиярова, Ю.В. Влияние растворителей на реакции алкилирования карбоксилатных фосфабетаинов йодистыми алкилами / Ю. В. Бахтиярова, Р. Р. Миннуллин, Д. И. Бахтияров, М. В. Морозов, К. А. Ившин, И. В. Галкина, О. Н. Катаева, В. И. Галкин // Журнал общей химии. 2017. Т. 87, Вып. 12. С. 1971-1976.

Данагулян Г.Г.

## СПЕЦИФИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ И БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В РОССИЙСКО-АРМЯНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

*Российско-Армянский университет, 0051, Армения, г. Ереван  
e-mail: gevorg.danagulyan@rau.am*

Danagulyan G.G.

## SPECIFICITY OF TEACHING ORGANIC AND BIOORGANIC CHEMISTRY AT THE RUSSIAN-ARMENIAN UNIVERSITY

Специфика преподавания органической химии, как и большинства других предметов по медико-фармацевтическим специальностям в Российско-Армянском университете (РАУ) состоит в том, что контингент обучающихся студентов изначально различается своим базовым уровнем, поскольку поступающие в РАУ абитуриенты заканчивают школы в разных странах. Как правило это школы Армении, причем включающие обучение либо на русском, либо на армянском языках, а также школы Грузии, России, Казахстана и Средней (Центральной) Азии и даже Израиля, Мексики и США. В некоторых случаях у первокурсников бывает также разный уровень знания русского языка, на котором в университете ведется обучение. Поэтому на начальном этапе в программу обучения включаются также темы, которые должны были быть усвоены в средней школе. Адаптации абитуриентов в значительной мере способствует также организуемое на протяжении всего периода существования РАУ довузовское образование – подготовительные курсы (нулевка) по химии, биологии, русскому языку, на которых преподают ведущие преподаватели университета.

Лучшему усвоению биологических и медицинских дисциплин, а также пониманию связи химии с последними, способствует курс биоорганической химии, который, как правило, следует за курсом органической химии. Он включает более глубокое изучение различных классов природных биополимеров (углеводов и полисахаридов, пептидов и белков, нуклеиновых кислот) и биорегуляторов (липидов, стероидов, гормонов, витаминов, терпенов, алкалоидов и др.), включая и синтетических биорегуляторов – некоторых классов лекарств и пестицидов, методы их синтеза, а также методологию, лежащую в основе их создания и биологического действия, которая основана на знаниях о химическом строении природных биогенных веществ, их химических и биологических свойствах.

Многолетний опыт преподавания органической и биоорганической химии показывает, что на усвоения дисциплины исключительное значение оказывает включение в лекционный курс примеров, связанных с интересными фактами и историями, связанными как с обнаружением описываемых явлений, так и с их применением на практике – в химии, медицине и других сферах деятельности. Так, пониманию сути и значения темы «Оптическая изомерия» несомненно, способствует упоминание о нашумевшей в свое время трагедии, получившей название «Талидомидные дети». Она случилась из-за поспешности внедрения, и как следствие этого, неполного исследования хиральности нового лекарственного препарата Талидомида.

Тема зависимости свойств природных и синтетических органических веществ от строения их молекул органично переплетается и дополняется темой «Антиметаболиты». В разделе «Гормоны», в рамках изучения биоорганической химии, в лекции представляются некоторые используемые на практике «Гормональные препараты», что также демонстрирует влияние на биологические свойства природных веществ модификации их структуры, в частности, замены отдельных фрагментов на иные функциональные группы и радикалы.

[Зиядуллаев О.Э.](#)<sup>1,2</sup>, Буриев Ф.Х.<sup>2</sup>, Хушвактов Ф.З.<sup>2</sup>, Бойтемиров О.Э.<sup>2</sup>, Зиядуллаев М.Э.<sup>2</sup>

## СИНТЕЗ АЦЕТИЛЕНОВЫХ СПИРТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

<sup>1</sup>Ташкентский химико-технологический институт, г. Ташкент ул. Навои, д. 32

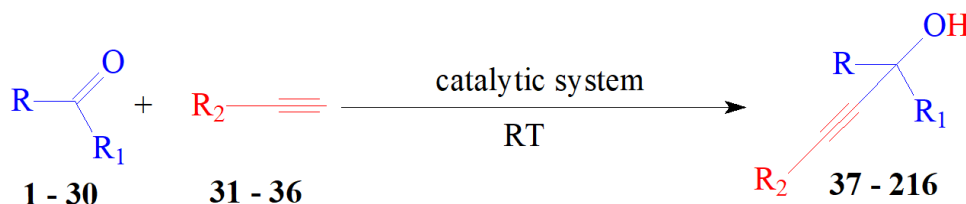
<sup>2</sup>Чирчикский государственный педагогический университет, г. Чирчик ул. А. Темура, д. 104

[Ziyadullaev O.E.](#), [Buriev F.X.](#), [Khushvaktov F.Z.](#), [Boytemirov O.E.](#), [Ziyadullaev M.E.](#)

## SYNTHESIS OF ACETYLENIC ALCOHOLS USING NEW-GENERATION CATALYSTS

Ацетиленовые спирты являются одними из наиболее значимых соединений в органической химии. Это обусловлено тем, что их молекулы содержат функциональные группы различной природы, а именно тройную связь и гидроксильную группу. Наличие таких структурных элементов определяет их высокую реакционную способность и универсальность в химических превращениях. В связи с этим ацетиленовые спирты представляют собой важные исходные вещества для синтеза функциональных материалов, а также биологического и фармацевтического активных соединений, обладая широкими перспективами практического применения [1].

В данной работе приводятся сведения о синтезе соответствующих ацетиленовых спиртов на основе реакций нуклеофильного присоединения алкинов — ацетилена, 1-гексина, 1-октина, 1-ундекина, циклопропилацетилена и фенилацетилена — к альдегидам и кетонам различной природы, содержащим в своих молекулах алифатические, циклические, гетероциклические и ароматические заместители.



В представленных реакционных процессах в качестве каталитических систем применялись различные неорганические и органометаллические соединения, включая CsF, CsOH, Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Zn(OTf)<sub>2</sub>, Cu(OTf)<sub>2</sub>, Sn(OTf)<sub>2</sub>, In(OTf)<sub>3</sub>, Al(OTf)<sub>3</sub>, AgOTf, TBABr, TBAF•3H<sub>2</sub>O, EtMgBr, BuLi, ZnEt<sub>2</sub>, InBr<sub>3</sub>, Zn(OAc)<sub>2</sub>, Rh<sub>2</sub>(AcO)<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O, SnCl<sub>2</sub>•2H<sub>2</sub>O, RuCl<sub>2</sub>, CuCl, а также органические лиганды и комплексообразующие агенты ProPhenol, 3,3'-Ph<sub>2</sub>BINOL, TMEDA и Ti(OiPr)<sub>4</sub>, что обеспечивает эффективное протекание реакций и повышение их селективности [2, 3].

### Список литературы

- Guzal K. Otamukhamedova, Odiljon E. Ziyadullaev, et al. Enantioselective alkynylation of cyclopentanone: Synthesis, dimerization, and cross-coupling transformations of 1-ethynyl-cyclopentan-1-ol // Chemical Review and Letters. 2026. Volume 9. Issue 1. pp. 192-200.
- Guzal K. Otamukhamedova, Odiljon E. Ziyadullaev, et al. Synthesis and Characterization of Acetylene Alcohols via Alkynylation of Heteroatomic Aldehydes with Phenylacetylene under Various Reaction Parameters Completed with Spatial Chemical Structure, Literature Review, and Bibliometric Analysis // Journal the ASEAN. 2025. Volume 5. Issue 1. pp. 61-76.
- Sarvinov I. Tirkasheva, Odiljon E. Ziyadullaev, et al. Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis and DFT study of the 1,1-(buta-1,3-diyne-1,4-diyl)bis(cyclohexan-1-ol) // Crystallographic Communications. Acta Crystallographica Section E. 2023. E79.

Матющенко Н.С., [Ибраева И.Г.](#)

## АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСПЕШНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ БИОХИМИИ НА МЕДИЦИНСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ КРСУ

*Кыргызско-Российский Славянский Университет имени первого Президента РФ Б.Н. Ельцина  
Кафедра химии и биохимии*

Преподавание биохимии в медицинских вузах принадлежит к числу актуальных проблем общей подготовки врачей. Биохимия является базовой дисциплиной для последующих теоретических и клинических дисциплин. Понимание сути и взаимосвязи биохимических процессов позволяет правильно интерпретировать процессы, происходящие в организме человека, способствует формированию клинического мышления современного специалиста. В настоящее время преподаватели Вузов отмечают, что в последние годы снижается базовый уровень абитуриентов и это создаёт большие трудности в преподавании дисциплин естественно-научного цикла и снижает качество обучения. Помимо этого студенты испытывают трудности в освоении биохимии, обусловленные переводом преподавания на образовательные стандарты нового поколения, повышающие роль самостоятельной работы студентов, как основы их обучения выбранной профессии.

С целью выявления факторов, влияющих на успешность обучения биохимии и для прогнозирования относительной эффективности образовательного процесса на медицинском факультете КРСУ, было проведено анкетирование студентов.

В анкетировании приняли участие 205 студентов второго года обучения специальностей Лечебное дело (60%) и Педиатрия (40%). Анализ результатов анкетирования показал, что почти все студенты поступили в Университет сразу после окончания школы, 82% из опрошенных подавали документы только в медицинские ВУЗы.

Базовый уровень знаний оказался важным параметром для продолжения обучения на медицинском факультете. Так, респонденты отметили, что испытывают проблемы с изучением биохимии, поскольку были различия в уровне школьной подготовки по химии. Отмечено, 34% студентов предмет в школе давался легко, в то время как 72% абитуриентов обращались к репетиторам до поступления в Университет. Такая ситуация привела к тому, что только 43% студентов на первом курсе получили зачет по химии с первого раза.

У всех студентов была различная мотивация при изучении биохимии. По первому разделу анкетирования, включающему вопросы по общему восприятию и мотивации изучения биологической химии, были получены результаты, демонстрирующие наличие интереса к предмету и понимание его важности. Большинство студентов считает биохимию интересной для изучения (72%) и значимой для будущей профессии, что отражает зрелость и осознанность при овладении знаниями. Для половины студентов главной мотивацией изучения является понимание и создание основ для будущих клинических дисциплин. В тоже время часть студентов изучала материал ради получения положительной оценки и зачета, необходимых для продолжения обучения.

По разделу, включающему вопросы по оценке сложности предмета и проблемных зон, были получены следующие результаты: 76,1% воспринимают биохимию как сложный предмет, для 51% все разделы одинаково сложны. Самой сложной признали биоэнергетику – 31%, затем в порядке убывания указаны молекулярная биология, регуляция метаболизма, обмен углеводов и азотистый обмен 22% и 19% соответственно

Среди основных причин трудностей были указаны объем информации, более половины студентов испытывают сложность визуализации молекулярных процессов, пробелы в химии и сложности с терминологией наблюдались у трети анкетированных (31%), трудности применения теории на практике было у 27%, и 19% респондентов отмечали трудности во взаимосвязи между темами.

Наиболее эффективным форматом обучения по результатам анкетирования для лучшего восприятия студентами считаются практические занятия с разбором задач, лекции с визуализацией, работа в малых группах, интерактивные приложения. Наименее эффективным респонденты считают самостоятельное изучение материала по учебникам.

Для подготовки к занятиям студенты активно используют внешние источники информации: русскоязычные YouTube-ресурсы - 62%, мобильные приложения – 45%, учебники используются значительно реже, 75% используют ChatGPT как дополнительный инструмент подготовки.

Подготовка часто носит нерегулярный характер: регулярно после каждой темы повторяют материал только 19% студентов, большинство готовятся перед или накануне занятий.

Практико-ориентированные задания используются недостаточно, поскольку тесты большинство выполняют только иногда (69%), ситуационные задачи также решают иногда 64%, при этом студенты отмечают, что такие задания улучшают понимание материала, формируют клиническое мышление и помогают применять биохимию на практике. Серьезной проблемой является написание химических формул, 75% студентов испытывают данные трудности, и только 7% студентов используют мнемонику.

Основные пожелания студентов по улучшению понимания предмета «Биохимия» включают использование клинических разборов и визуальных материалов на занятиях, логических схем/«дорожных карт», решение тестов. В то же время 30% необходима помощь в восполнении пробелов по химии и биологии.

Таким образом, успешность обучения биохимии студентами медицинского факультета КРСУ обусловлена рядом факторов, среди которых можно выделить как базовый уровень знания (различия в стартовых показателях ОРТ), так и личностные характеристики (самоорганизация и проблемы «неполного взросления»), мотивационные характеристики (различия целей обучения школа-вуз, объем и сложность изучаемого материала, технологии и методы преподавания).

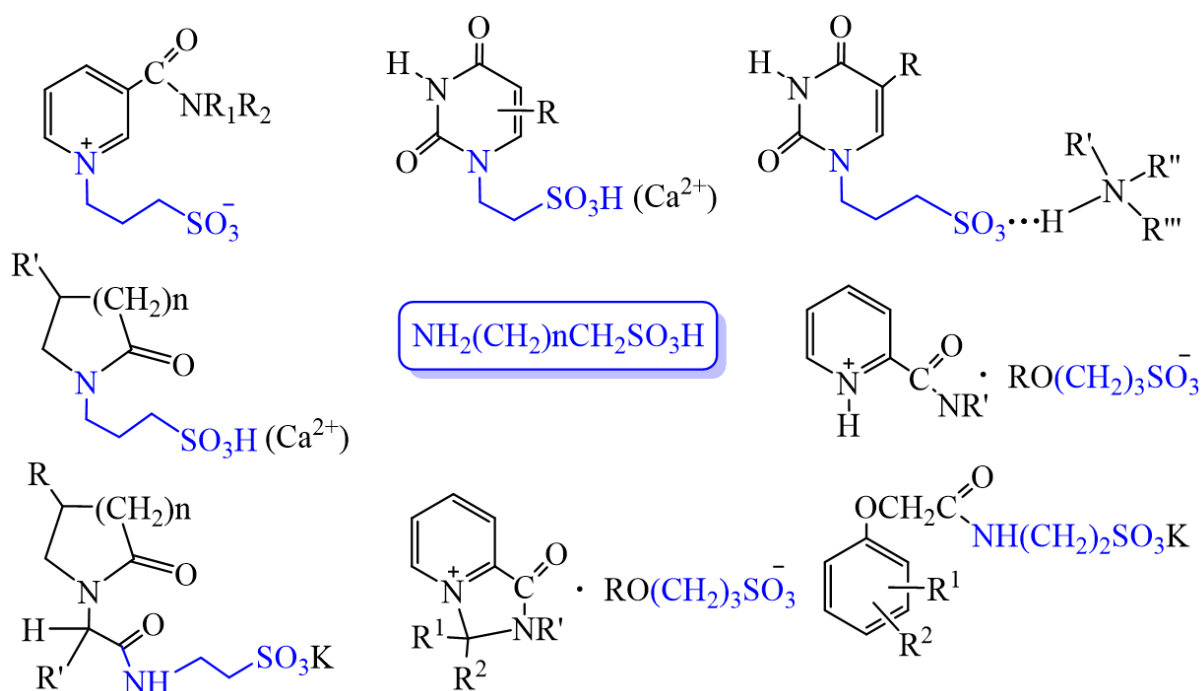
**Негребенский В.В., Шмиголь Т.А., Гончар Д.И., Рудакова М.А., Гусев Р.А.**

## ОТ СИНТЕЗА К ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ РАЗРАБОТКЕ И ДОКЛИНИЧЕСКИМ И КЛИНИЧЕСКИМ ИСПЫТАНИЯМ (ИЗ ОПЫТА ПИРОГОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

Разработаны синтетические подходы и проведено исследование биологической активности представителей различных классов *N*-гетероциклических и ароматических соединений, содержащих фрагменты двух аминокислот – таурина и гомотаурина. Структура полученных соединений подтверждена результатами спектральных исследований, а также данными РСА. В результате изучения биологической активности (*in silico*, *in vitro*, *in vivo*) выявлены соединения – лидеры.

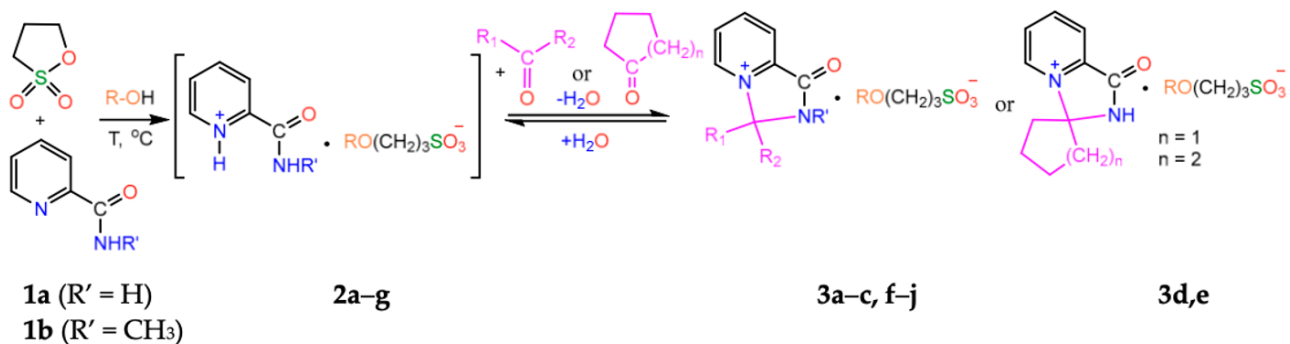
В создании лекарственных средств длительное время основной упор делался на поиске препаратов, действующих только на единственную мишень. В настоящее время доказано, что большинство заболеваний, в том числе, в основе патогенеза которых лежит нейродегенеративные нарушения, запускают каскад биохимических превращений.<sup>1</sup> В этой связи в основе стратегии разработки лекарственных средств на современном этапе должны лежать поиск лигандов, обладающих мультитаргетным действием.<sup>2</sup>

На протяжении последних 15 лет наша группа занимается созданием и изучением биологически активных веществ, направленных на терапию заболеваний центральной нервной системы, таких как ишемический инсульт, болезнь Паркинсона, болезнь Альцгеймера и депрессивные расстройства<sup>3,4</sup>. Эти патологии, несмотря на различия в этиологии, объединяет нейровоспаление как ключевой элемент патогенеза.



Нами впервые осуществлен синтез, изучены особенности строения и биологической активности (*in silico*, *in vitro*, *in vivo*) большого ряда соединений, содержащих в качестве лигандов производные лактамов, пиридинкарбонновых кислот, нуклеиновых оснований, фенолов. В качестве скаффолдов рассматривались такие аминокислоты как таурин и гомотаурин. Эти эндогенные молекулы играют важную физиологическую роль, а также могут применяться самостоятельно в терапии различных состояний.

Реакции пиколинамидов (**1**) с 1,3-пропансульфоном в метаноле с последующей обработкой кетонами привели к ряду ранее неизвестных химических превращений, в результате которых сначала были получены соли пиридиния (**2a**) с протонированным эндоциклическим атомом азота, а затем гетероциклические соли (**3a-j**), содержащие имидазолидин-4-он. кольцо.



На основании проведенных исследований с учетом оценки биологической безопасности определены соединения – лидеры. Выявлена способность некоторых классов соединений модулировать иммунный ответ, что требует дополнительных исследований. Сравнительный анализ экспериментальных результатов и данных *in silico* исследований показал хорошую прогнозирующую способность последних.

### Список литературы

1. Stielow, M.; Witczyńska, A.; Kubryń, N.; Fijałkowski, Ł.; Nowaczyk, J.; Nowaczyk, A. *Molecules* **2023**, *28*(24), 8038. DOI: 10.3390/molecules28248038.
2. Ranjbari, S.; Behzadi, M.; Sepehri, S.; Dadkhah Aseman, M.; Jarrahpour, A.; Mohkam, M.; Ghasemi, Y.; Akbarizadeh, A. R.; Kianpour, S.; Atioğlu, Z.; Özdemir, N.; Akkurt, M.; Nabavizadeh, S. M.; Turos E. *Bioorg. Med. Chem.* **2020**, *28*(8), 115408. DOI: 10.1016/j.bmc.2020.115408.
3. Borozdenko, D. A.; Ezdoglian, A. A.; Shmigol, T. A.; Gonchar, D. I.; Lyakhmun, D. N.; Tarasenko, D. V.; Golubev, Yu. V.; Cherkashova, E. A.; Namestnikova, D. D.; Gubskiy, I. L.; Lagunin, A. A.; Gubsky, L. V.; Chekhonin, V. P.; Borisevich, S. S.; Gureev, M. A.; Shagina, A. D.; Kiseleva, N. M.; Negrebetsky, Vad. V.; Baukov, Yu. I. *Molecules* **2021**, *26*(20), 6124. DOI: 10.3390/molecules26206124.
4. Borozdenko, D. A.; Shmigol, T. A.; Ezdoglian, A. A.; Gonchar, D. I.; Karpechenko, N. Yu.; Lyakhmun, D. N.; Shagina, A. D.; Cherkashova, E. A.; Namestnikova, D. D.; Gubskiy, I. L.; Chernysheva, A. A.; Kiseleva, N. M.; Negrebetsky, Vad. V.; Baukov, Yu. I. *Molecules*, **2022**, *27*(17), 5488. DOI: 10.3390/molecules27175488.

Постников П.С., Солдатова Н.С., Юсубов М.С.**ДИАРИЛИОДОНИЕВЫЕ СОЛИ В РЕАКЦИЯХ АРИЛИРОВАНИЯ***Томский политехнический университет, Томск*Postnikov P.S., Soldatova N.S., Yusubov M.S.**DIARYLIODONIUM SALTS AS ARYLATION AGENTS**

Диарилиодониевые соли широко известны как реагенты для арилирования различных нуклеофилов в мягких условиях. Традиционно, исследования посвященные развитию химии диарилиодониевых солей и их синтетическому применению являются приоритетными для Томского политехнического университета.

В докладе будут представлены результаты исследований за последнее время, посвященные реакциям арилирования C-, N-, Se- и S-центрированных нуклеофилов и их синтетических аналогов. Кроме того, будут представлены также результаты по практическому использованию найденных превращений для создания новых противовирусных препаратов на примере N-арилированных гетероциклических соединений.

Основное содержание доклада опубликовано в следующих работах [1-6] и более ранних.

*Доклад подготовлен при поддержке гранта РФФ 21-73-20031-П*

**Список литературы**

1. Semenov, A. V.; Baykov, S. V.; Soldatova, N. S.; Geyl, K. K.; Shetnev, A. A.; Boyarskiy, V. P.; Yusubov, M. S.; Bormotov, N. I.; Serova, O. A.; Shishkina, L. N.; Ovchinnikova, A.S.; Odnoshevsky, D.A.; Pyankov, O.V.; Borisevich, S.S.; Gorohov, Y.V.; Nikitin, V.N.; Shcherbakov, D.N.; Yarovaya, O.I.; Salakhutdinov, N.F.; Postnikov, P.S. Expanding the antiviral arsenal: N-arylated 1,2,4-oxadiazol-5(4H)-ones show high activity against orthopoxviruses. *European Journal of Medicinal Chemistry* **2025**, *300*, 118124.
2. Presnukhina, S. I.; Baykova, S. O.; Chukanova, E. A.; Metalnikova, N. M.; Baykov, S. V.; Soldatova, N. S.; Postnikov, P. S.; Boyarskiy, V. P. Copper-catalyzed N-arylation of 1,2,4-oxadiazin-5(6H)-ones by diaryliodonium salts. *Org. Biomol. Chem.* **2025**, *23* (17), 4217-4225.
3. Metalnikova, N. M.; Antonkin, N. S.; Nguyen, T. K.; Soldatova, N. S.; Nyuchev, A. V.; Kinzhalov, M. A.; Postnikov, P. S. Photoredox-catalyzed arylation of isonitriles by diaryliodonium salts towards benzamides. *Beilstein Journal of Organic Chemistry* **2025**, *21*, 1480-1488.
4. Knyazeva, E. V.; Soldatova, N. S.; Abramov, P. A.; Ivanov, D. M.; Burykina, J. V.; Radzhabov, A. D.; Yusubov, M. S.; Resnati, G.; Kukushkin, V. Y.; Postnikov, P. S. Strategic Synthesis and Supramolecular Organization of Arylenebis(aryliodonium) Salts. *The Journal of Organic Chemistry* **2025**, *90* (44), 15542-15554.
5. Vlasenko, Y. A.; Kuczmera, T. J.; Antonkin, N. S.; Valiev, R. R.; Postnikov, P. S.; Nachtsheim, B. J. Site Selective Concerted Nucleophilic Aromatic Substitutions of Azole-Ligated Diaryliodonium Salts. *Advanced Synthesis & Catalysis* **2023**, *365* (4), 535-543.
6. Radzhabov, A. D.; Soldatova, N. S.; Ivanov, D. M.; Yusubov, M. S.; Kukushkin, V. Y.; Postnikov, P. S. Metal-free and atom-efficient protocol for diarylation of selenocyanate by diaryliodonium salts. *Org. Biomol. Chem.* **2023**, *21* (33), 6743-6749.

Раджабзода С.И., Ашарфзода Ш., Икромов М.С., Бахтиёрзода Р.

## ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИЯ КОНДЕНСАЦИИ ЭПИХЛОРИДРИНА С АМИНОКИСЛОТАМИ

*Таджикский национальный университет, Душанбе, Таджикистан*

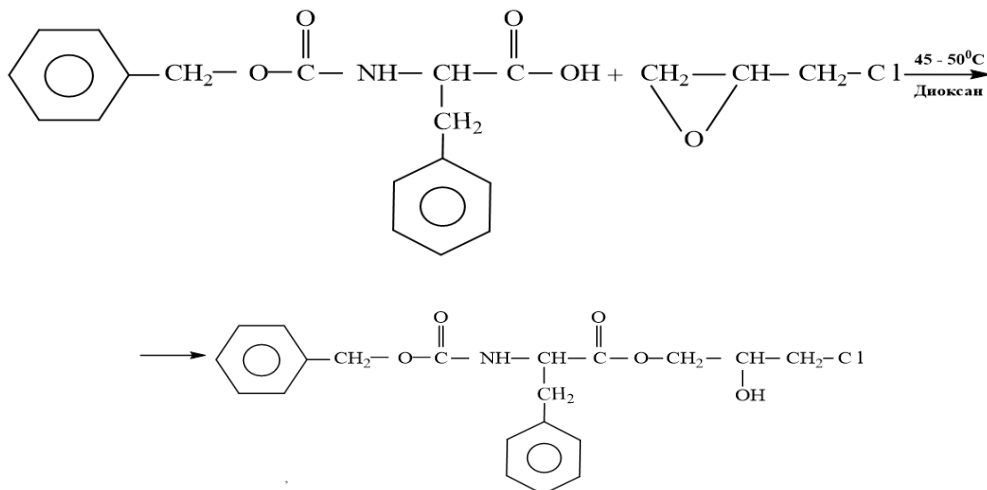
Производные глицерина и аминокислоты являются биологически активными соединениями и наиболее важные первичные продукты для синтеза различных классов органических соединений с биологической активностью [1].

В работе [2] мы сообщили о синтезе и изучении взаимодействия 2-хлорметилоксирана с алифатическими аминокислотами. Для выяснения вероятности получения новых биологически активных соединений в данной работе была изучена реакция конденсации Cbo - производных аминокислот ароматического ряда с 2-хлорметилоксираном.

Взаимодействие Cbo-аминокислотных производных ароматического ряда с 2-хлорметилоксираном проводилось в среде растворителя 1.4-диоксан при температуре 45-50 °С.

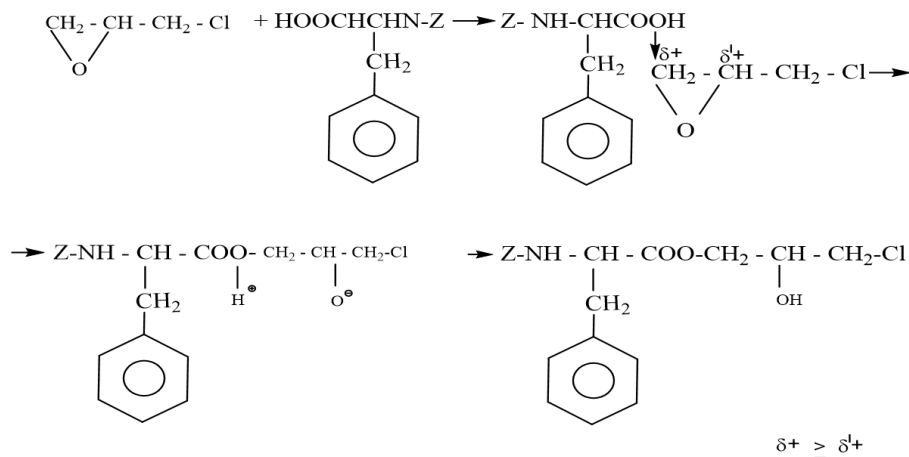
Например:

Реакция 2-хлорметилоксирана с (карбобензоксифенил-аланин) Cbo-Phe-OH проводили по следующей схеме.



Выход продукта реакции 1-хлор-3-карбобензоксифенилаланилопропан-2-ола (1-хлор-3- Cbo-Phe-O-пропан-2-ола) составил 79.3%.

Механизм данной реакции можно описать следующим образом:



Из схемы видно, что реакция нуклеофильного замещения происходит за счет разрушения протона водорода  $H^+$  из карбоксильной группы аминокислоты и с анионом:  $O^-$  оксиранового кольца 2-хлорметилоксирана, и в

этом случае роль аниона:  $O^-$  оксиранового кольца велико, оно притягивает протон  $H^+$  и приводит к увеличению энергии взаимодействия оксиранового кольца. Следовательно, оно притягивает протон  $H^+$  с образованием стабильной молекулы оксигруппы (ОН).

Скорость и протекание реакции зависит от концентрации обеих взаимодействующих веществ.

Следовательно, процесс следует механизму нуклеофильного замещения атомов углерода оксиранового кольца с 2-хлорметилоксираном, в котором наблюдается большой дефицит электронной плотности по сравнению с соседними атомами углерода (оксирановое кольцо):



Ход реакции и чистоту синтезированных соединений контролировались методом тонкослойной хроматографии. Состав и строение полученных соединений подтверждены методом элементного анализа, получением спектров ИК, Масс. и ПМР.

На основе ИК-спектров полученных соединений было определено, что в области 400-4000  $\text{см}^{-1}$  имеется ряд спектральных полос разной интенсивности, которые относятся к валентным и деформационным колебаниям химических связей: в областях  $\nu$ , 700-750  $\text{см}^{-1}$  валентные колебания C-Cl; 1050-1190  $\text{см}^{-1}$  валентные колебания CH; 1795  $\text{см}^{-1}$  валентные колебания CO; 2800-2845  $\text{см}^{-1}$  валентные колебания C-H; валентные колебания OH наблюдается в области 3200-3400  $\text{см}^{-1}$ . Обнаружено исчезновение полос поглощения в области 2900-3000  $\text{см}^{-1}$  (валентные колебания связей оксиранового кольца). Показано, что в ИК-спектрах синтезированных соединений обнаружены полосы поглощения высокой и средней интенсивности, а также идентифицированы основные функциональные группы.

***Исследования выполнены при поддержке государственного финансирования в рамках заказного проекта “Синтез аминокислотных производных глицерола, диглицерола и  $C_{60}$  с целью получения биологически активных веществ”, номер №0124ТJ1600 от 02.04.2024 г. выполнена в НИИ ТНУ.***

#### Список литературы

1. Раджабов, С.И. Изучение фармакологические активности производных эпихлоргидрина, моно- и дихлоргидрина глицерина с остатками аминокислотами и пептидами/ С.И. Раджабов, Т.Ю. Юсупов, М.Б. Каримов// Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений», посвященной 70-летию доктора химических наук, профессора Азизкулова Онаджон Азизкуловны. Душанбе, 2011.-С.194-195.
2. Одинаев, С.Х. Синтез и физиологическая активность производных эпихлоргидрина на основе эфиров аминокислот /С.Х. Одинаев, С.И. Раджабов, М.Б. Каримов, Т.Ю. Юсупов// Вестник Дангаринского государственного университета. -№2 (2). – Дангара, 2015. – С.15-18.

Раджабзола С.И., Хамрокулова Г.Ш., Икромов М.С., Авезов Ш.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОНОХЛОРГИДРИНАГЛИЦЕРИНА С С<sub>6</sub>о-ПРОИЗВОДНЫМИ АМИНОКИСЛОТАМИ

*Таджикский национальный университет, Душанбе, Таджикистан*

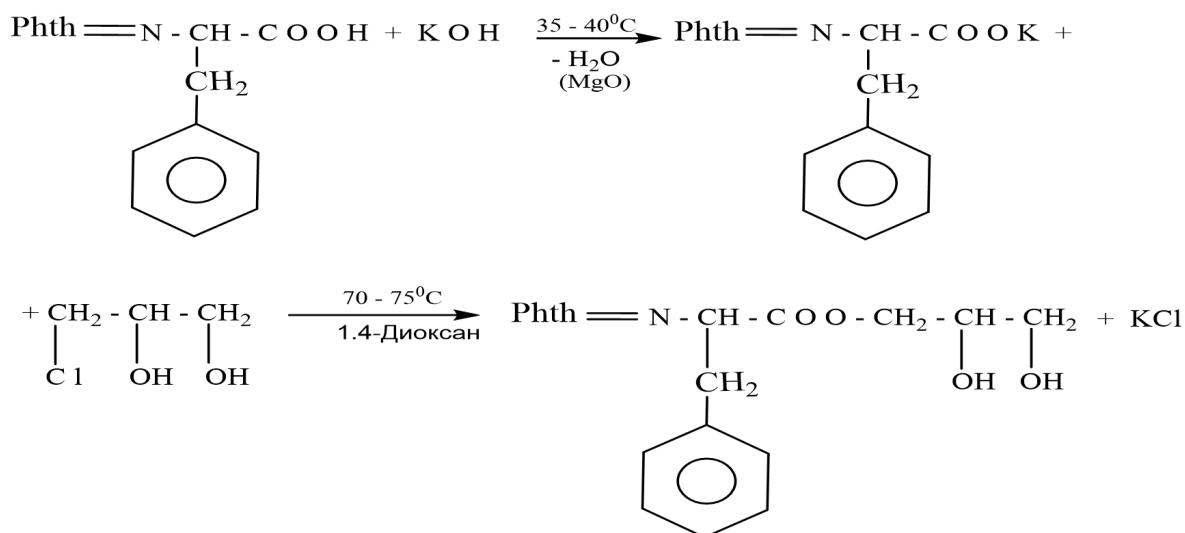
В современном мире развития многих отраслей, таких как косметическая, парфюмерная, пищевая, медицина и др., невозможно представить без участие производных глицерина.

Достаточно упомянуть, что только сам глицерин используется более чем в 2000 различных отраслях химии и технологий [1-2].

Анализ научной литературы показывает, что изучение взаимодействия производных глицерина с N-производными защищенных аминокислот ароматического ряда имеет большое практическое и теоретическое значение.

С целью получения таких новых биологически активных соединений мы изучили взаимодействие некоторых ароматических аминокислот с 1-хлорпропан-2,3-диолами. В то же время было обнаружено, что процесс и получение соответствующих соединений в первую очередь зависят от структуры аминокислот [3].

На основании проведенных исследований установлено [4], что реакция конденсации 1-хлорпропан-2,3-диола с N-производными аминокислот ароматического ряда осуществляется по следующей схеме (например, реакция конденсации 1-хлорпропан-2,3-диола с Phth-Phe-OH):



Для осуществления этой реакции, мы сначала исследовали взаимодействие фталилфенилаланина (Phth-Phe-OH) с едким калием и получили соль N-фталилфенилаланина (N-Phth-Phe-OK). Данная реакция протекала в течении 2-2.5 часов при температуре 35-40°C. Затем проводили конденсацию соли (N-Phth-Phe-OK) N-фталилфенилаланина с 1-хлорпропан-2,3-диолами в среде растворителя 1,4-диоксана с температурным интервалом 70-75 °C в течение 5-5.5 часов. Кроме этого, в процессе реакции использовали оксид магния и оксид кальция. Данные оксиды используются в качестве водоотнимающего реагента и способствуют устранению воды которая выделяется во время протекания реакции.

Установлено, что протекания реакции взаимодействия 1-хлорпропан-2,3-диола с N-Phth-производными ароматических аминокислот зависит от выбора растворителя и водоотнимающего реагента.

Полученные вещества представляют собой белые кристаллы, хорошо растворимые в органических растворителях таких как: уксусная кислота, бензол, диметилформамид, спирты (метанол, этанол и изопропанол) и в воде.

Для подтверждения строения синтезированных производных пропандиолов были сняты ИК-, Масс-, ЯМР спектры и получены данные элементного анализа.

В ИК- спектрах синтезированных соединений наблюдается исчезновение полосы поглощения в области 750 см<sup>-1</sup> C-Cl связи характерной для исходных соединений и появление новой полосы в области 2870-2900 см<sup>-1</sup>-, СОО-CH<sub>2</sub>-, в области 3200-3400 см<sup>-1</sup> ОН группы, что свидетельствует о полноте протекания данного процесса.

В спектре  $^1\text{H}$  ЯМР химический сдвиг наблюдается в области  $\delta = 7.92$  м.д. (карбобензоксигрупп), в области  $\delta = 7.37-7.40$  м.д.,  $7.42$  м.д. (триплет) и в области  $\delta = 7.27$  м.д.,  $7.29$  м.д.,  $7.32$  м.д. (триплет) в  $\text{CDCl}_3$ . Интегрирование этих сигналов приводит к соотношению 1:2:2:1.

В спектре  $^{13}\text{C}$  ЯМР этого соединения в области  $\delta = 109.8$  м.д.,  $125.1$  м.д.,  $128.0$  м.д.,  $128.8$  м.д.,  $133.1$  м.д.,  $145.5$  м.д.,  $146.0$  м.д. в  $\text{CDCl}_3$  наблюдается химический сдвиг.

*Исследования выполнены при поддержке государственного финансирования в рамках заказного проекта “Синтез аминокислотных производных глицерола, диглицерола и  $\text{C}_{60}$  с целью получения биологически активных веществ”, номер №0124ТJ1600 от 02.04.2024 г. выполнена в НИИ ТНУ.*

#### Список литературы

1. Рахманкулов Д. Л., Кимсанов Б. Х., Чанышев Р. Р. Физические и химические свойства глицерина.– М.: Химия, 2003.– 200 С.
2. Кимсанов Б. Х., Рахманкулов Д.Л., Расулов С.А., Нимаджанова К. Н. Синтез и росторегулирующие действия производных пропанола-2. Башкирский химический журнал.– 2002.– Т. 9, № 4.– С. 52–54.
3. Ралябов, С.И. Боъамтаъсиркунии эфирнои триптофан бо эпихлоргидрин/ С.И. Ралябов, С.Х. Одинаев, Т.Ю. Юсупов // Маводи конференсияи ӯмӯуриявӣ дар мавзӯи «Химия, технология ва экологияи об», бахшида ба соли «Ҷамкорӣ дар соҳаи об» ва 55-солагии кафедраи «Химияи умӯмӣ ва ғайриорганикӣ»-и ДДОТ. Душанбе, 2014 .-С. 125-127.
4. Одинаев, С.Х. Физиологическая активность производных эпихлоргидрина на основе эфиров аминокислот /С.Х. Одинаев, А.А. Гулов, С.И. Раджабов, М.Б. Каримов// Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 1150-летию персидско-таджикского учёного-энциклопедиста, врача, алхимика и философа Абубакра Мухаммада ибн Закария Рази. – Душанбе, 2015. – С. 49-51.

Отвагин В.Ф., Кузьмина Н.С., Федотова Е.А., Янкович П.Б., Воробьев И.И.,  
Крылова Л.В., Балалаева И.В., [Федоров А.Ю.](#)

**КАФЕДРА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ННГУ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО:  
ИСТОРИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.  
АДРЕСНЫЕ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ТЕРАПИИ  
ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603022,  
Российская Федерация, г.Нижний Новгород, пр.Гагарина, 23  
e-mail: [afedorovNN@yandex.ru](mailto:afedorovNN@yandex.ru)*

В докладе будет рассказано про прошлое и настоящее кафедры органической химии Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Научный сюжет доклада посвящен работам нашей группы [1-8] по созданию адресных, ферментативно- и фото-расщепляемых конъюгатов на основе природных тетрапирролов и BODIPY для комбинированной противоопухолевой терапии, а также дизайну биоортогональной платформы для адресной доставки фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект № 24-13-00179).*

**Список литературы**

1. *Coord. Chem. Rev.*, **2026** (in the press).
2. *J. Med. Chem.*, **2025**, *68*, 1901-1923.
3. *Bioconjugate Chem.*, **2025**, *36* (9), 2061-2078.
4. *Eur. J. Med. Chem.*, **2024**, *269*, 116283.
5. *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.* **2022**, 114138.
6. *J. Med. Chem.*, **2022**, *65*, 3, 1695.
7. *J. Med. Chem.*, **2019**, *62*, 24, 11182.
8. *Eur. J. Med. Chem.*, **2018**, *144*, 740.

Яровая О.И.<sup>1,2</sup>**ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА КАФЕДРЕ МЕДИЦИНСКОЙ ХИМИИ НГУ**<sup>1</sup> *Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск*<sup>2</sup> *Новосибирский институт органической химии СО РАН, Новосибирск*Yarovaia O.I.**EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF INTERDISCIPLINARY  
RESEARCH AT THE DEPARTMENT OF MEDICINAL CHEMISTRY OF NSU**

В Институте медицины и медицинских технологий (ИММТ) НГУ на кафедре медицинской химии успешно реализуются комплексные исследовательские проекты, объединяющие химию, биологию, фармакологию и метабономику. Основой для разработки новых биоактивных молекул служат природные соединения — соединения терпенового ряда: (+)-камфора, (-)-борнеол, смоляные кислоты — на основе которых созданы оригинальные производные обладающие широким спектром биологической активности. Синтетические трансформации природных веществ проводятся в соавторстве с исследователями лаборатории физиологически активных веществ отдела медицинской химии НИОХ СО РАН.

Ключевой этап исследований — всесторонний доклинический скрининг. В лаборатории фармакологии НИОХ проводятся поведенческие тесты, моделирование острого стресса, изучение анальгетической, противовоспалительной и антипаркинсонической активности. В лаборатории изучения вирусных протеаз НИОХ проводятся масштабные исследования в отношении протеаз коронавирусов – SARS-CoV-1, SARS-CoV-2, MERS и флавивирусов – вируса Денге и Вест Нил. Значительное внимание уделено радиопротекторным свойствам. На установке X-RAD 320 показано, что применение препарата Димефосфон предотвращает радиационно-индуцированные изменения тонкого кишечника: сохраняется длина ворсинок и нормальная гистоархитектура, в отличие от группы облучения без защиты. Проводятся изучения радиопротекторных свойств природных соединений тритерпенового ряда. Разрабатываются и валидируются методики ВЭЖХ-МС/МС анализа соединений-лидеров в биологических жидкостях и в органах животных - в гомогенатах мозга, печени, почек. Изучаются фармакокинетика и распределение наиболее перспективных агентов при различных способах введения. К работе активно привлекаются студенты и аспиранты НГУ.

**Список литературы**

1. Д.А. Киселёва, С.В. Аньков, Н.А. Жукова, М.С. Борисова, К.С. Богатищева, Т.Г. Толстикова, О.И. Яровая, М.А. Мельченко // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2026. Т.71. №1, Сс 5-14
2. A.S. Sokolova, A.A. Okhina, A.A. Shtro, A.M. Klabukov, A.V. Galochkina, Yu.V. Nikolaeva, G.D. Petukhova, O.I. Yarovaia, A.D. Rogachev, D.S. Baev, A.V. Fatyanova, T.G. Tolstikova, N.F. Salakhutdinov // European Journal of Pharmacology, V. 996, 2025, 177567
3. D. A. Kiseleva , M. A. Melchenko , O. I. Yarovaia , N. V. Basov , A. D. Rogachev , A. G. Pokrovsky ,N. F. Salakhutdinov , T. G. Tolstikova // Acta Naturae, 2025, V.17, N.4
4. N.V. Basov, A.D. Rogachev, M.A. Aleshkova, E.V. Gaisler, Yu.S. Sotnikova, Yu.V. Patrushev, T.G. Tolstikova, O.I. Yarovaia, A.G. Pokrovsky, N.F. Salakhutdinov // Talanta, V. 267, 2024, 125168

Яхваров Д.Г.**ХИМИЯ ФОСФОРА – ОТ ЭЛЕМЕНТА  
К ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ***Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, г.Казань*Yakhvarov D.G.**PHOSPHORUS CHEMISTRY – FROM THE ELEMENT  
TO FUNCTIONAL MATERIALS**

Одним из приоритетных направлений развития современной науки является разработка и дизайн новых функциональных материалов, катализаторов, молекулярных устройств, сенсоров на основе доступных химических соединений. В этом контексте соединения фосфора на настоящий момент нашли широкое применение в качестве компонентов традиционных промышленных катализаторов, биологически активных соединений, добавок к различным полимерным материалам, а также были использованы для создания новых электронных устройств и каталитических систем, обладающих уникальными практически полезными свойствами [1-3].

Несмотря на то, что соединения фосфора являются очень распространёнными в современной промышленности и медицине, в последнее время значительно возрос интерес к некоторым аллотропным модификациям элементного фосфора, таким как, например, черный фосфор, а также его производным: фосфорену, представляющему собой монослой черного фосфора, и малослойному черному фосфору, состоящему из несколько слоёв фосфорена [1,2], которые могут быть использованы для процессов каталитического получения водорода и восстановления углекислого газа в экологически чистых и безопасных условиях [4-6].

**Список литературы**

1. Kuchkaev A.M., Kashansky V.S., Kuchkaev A.M., Sukhov A.V., Kang X., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. Modification of black phosphorus with metal substrates: towards single-atom catalysts // Russian Chemical Reviews. 2025. V. 94, № 12. RCR5204.
2. Kuchkaev A.M., Lavate S., Kuchkaev A.M., Sukhov A.V., Srivastava R., Yakhvarov D.G. Chemical Functionalization of 2D Black Phosphorus toward Its Applications in Energy Devices and Catalysis: A Review // Energy Technology. 2021. V. 9. № 2100581.
3. Gafurov Z.N., Kagilev A.A., Kantyukov A.O., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. The role of organonickel reagents in organophosphorus chemistry // Coordination Chemistry Reviews. 2021. V. 438. № 213889.
4. Kuchkaev A.M., Kuchkaev A.M., Sukhov A.V., Saparina S.V., Gnezdilov O.I., Klimovitskii A.E., Ziganshina S.A., Nizameev I.R., Asanov I.P., Brylev K.A., Sinyashin O.G., Yakhvarov D.G. In-Situ Electrochemical Exfoliation and Methylation of Black Phosphorus into Functionalized Phosphorene Nanosheets // International Journal of Molecular Science. 2023. V. 24. № 3095.
5. Kuchkaev A.M., Kuchkaev A.M., Sukhov A.V., Saparina S.V., Gnezdilov O.I., Klimovitskii A.E., Ziganshina S.A., Nizameev I.R., Vakhitov I.R., Dobrynin A.B., Stoikov D.I., Evtugyn G.A., Sinyashin O.G., Kang X., Yakhvarov D.G. Covalent Functionalization of Black Phosphorus Nanosheets with Dichlorocarbenes for Enhanced Electrocatalytic Hydrogen Evolution Reaction // Nanomaterials. 2023. V. 13. № 826.
6. Kuchkaev A.M., Zhurenok A.V., Kuchkaev A.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 // Kinetics and Catalysis. 2024. V. 65. P. 579-585.



**ДОКЛАДЫ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
КАФЕДРЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ  
ХИМИИ РУДН**

Богданова Д.Р., [Абаев В.Т.](#)

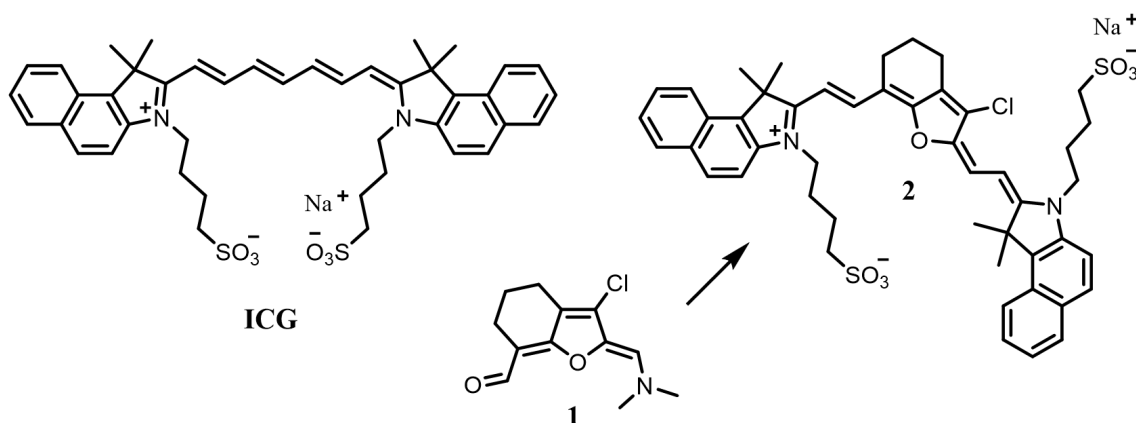
## СИНТЕЗ ФУРАНСОДЕРЖАЩЕГО АНАЛОГА ЗЕЛЕНОГО ИНДОЦИАНИНА

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «СевероОсетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова», г.Владикавказ.*

Bogdanova D.R., [Abaev V.T.](#)

## SYNTHESIS OF A FURAN-CONTAINING ANALOGUE OF CYANINE GREEN

Зелёный индоцианин (Indocyanine Green, ICG) — это единственный одобренный FDA флуоресцентный краситель, активно применяемый в клинической диагностике. Он используется для оценки сердечного выброса, функции печени, офтальмологической ангиографии и хирургической визуализации кровотока. К явным плюсам ICG относятся низкая токсичность и быстрый метаболизм, однако главным недостатком является его нестабильность: краситель легко деградирует при воздействии света и в водных растворах, что ограничивает его долгосрочное применение[1][2].



В поиске более стабильного аналога ICG, нами синтезирован нонаметиновый краситель **2** конденсацией енаминаля **1** с 4-(1,1,2-триметил-1H-бензо[е]индолиум-3-ил)бутан-1-сульфонатом.

### Список литературы

1. Vyas J.R., Dhotre H., Sarma N., Patel B.R., Sharma D.K., Patel D.N., Soni A.A. An improved process for the preparation of indocyanine green, WO Patent, 2017, WO2017093889A1.
2. Fang X., Liu W., Wu X., Zhou W., Chen J., Liu X., Xu Z. One-step condensation synthesis and characterizations of indocyanine green, Results Chem., 2020, \*3\*, 100092.
3. Varenichenko S.A., Markov V., Goebel J.F., Gooßen L.J., Farat O.K. \*Vilsmeier–Haack-Initiated Formylative Rearrangement of Spirodioxolan-5-ones into Functionalized 4,5,6,7-Tetrahydrobenzofurans\*, J. Org. Chem., 2024, \*89\*, 2840–2846.

Аннадурдыева С., Левина А.Е., Зайцев В.П., Квятковская Е.А.

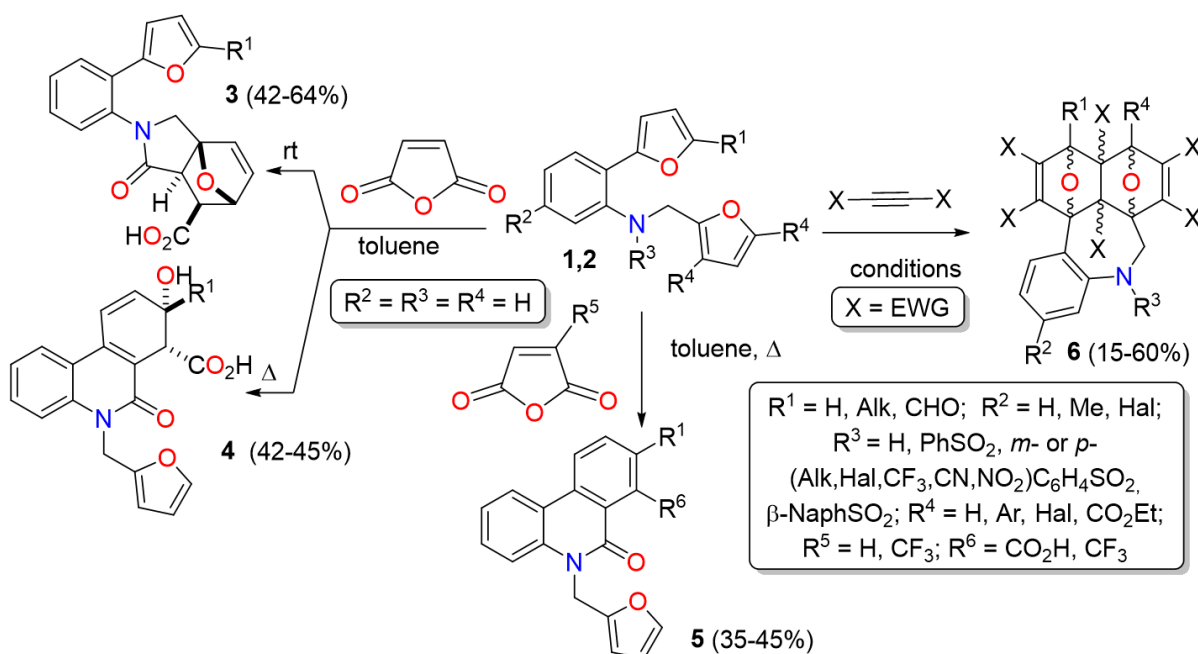
## ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОДЕФИЦИТНЫХ АЛКЕНОВ И АЛКИНОВ К БИС-ФУРИЛАНИЛИНАМ

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,  
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

Annadurdyeva S., Levina A.E., Zaytsev V.P., Kvyatkovskaya E.A.

## FEATURES OF CYCLOADDITION OF ELECTRON-DEFICIENT ALKENES AND ALKYNES TO BIS-FURYLANILINES

Настоящее сообщение является продолжением исследований в области [4+2] циклоприсоединения в бис-фуранах с электронодефицитными алкенами [1,2] и алкинами [3,4]. Коллективом авторов планировалось установить границы применимости реакции циклоприсоединения к бис-фуриланилинам **1,2**, очертив круг возможных диенофилов и подобрать оптимальные условия для проведения реакции циклоприсоединения.



Проведение реакции аминов **1** ( $R^3 = \text{H}$ ) с малеиновыми ангидридами драматически зависит от температурного режима и дает либо продукты **3**, либо **4,5**. Механизм взаимодействия бис-фуранов **2** ( $R^3 = \text{SO}_2\text{R}$ ) с алкинами совпадает с данными опубликованными ранее [3,4] и приводит к образованию аддуктов **6**.

*Работа была выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант № 25–73–00320)*

*Публикация выполнена в рамках Проекта 021422-2-000 Системы грантовой поддержки научных Проектов РУДН*

### Список литературы

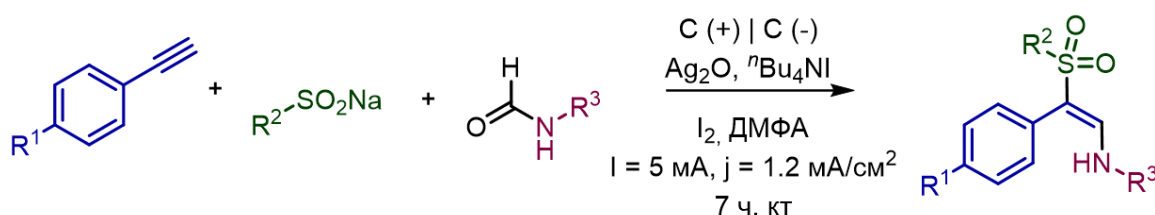
- Zubkov F.I., Boltkhina E.V., Turchin K.F. et al. *Tetrahedron*, 2004, **60**, 8455.
- Zubkov F.I., Boltkhina E.V., Turchin K.F. et al. *Tetrahedron*, 2005, **61**, 4099.
- Borisova K., Zubkov F., Nikitina E. et al. *Chem. Commun.*, 2018, **54**, 2850.
- Borisova K.K., Kvyatkovskaya E.A., Nikitina E.V. et al. *J. Org. Chem.*, 2018, **83**, 4840.

**Бондарев В.Л., Ситникова М.Д., Феста А.А., Воскресенский Л.Г.**

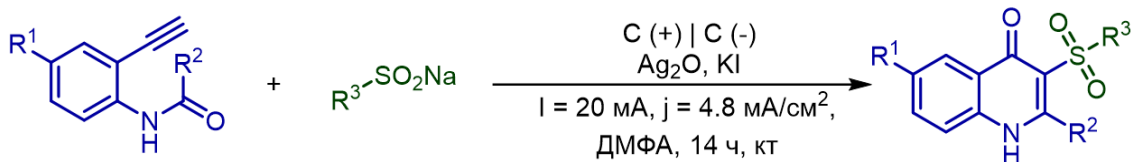
## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ АМИНОСУЛЬФОНИЛИРОВАНИЕ АКЛИНОВ СУЛЬФИНАТАМИ, АМИДАМИ И СУЛЬФАМИДАМИ

*Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,  
117198, Москва, улица Миклухо-Маклая, 6  
e-mail: 1142240208@rudn.ru*

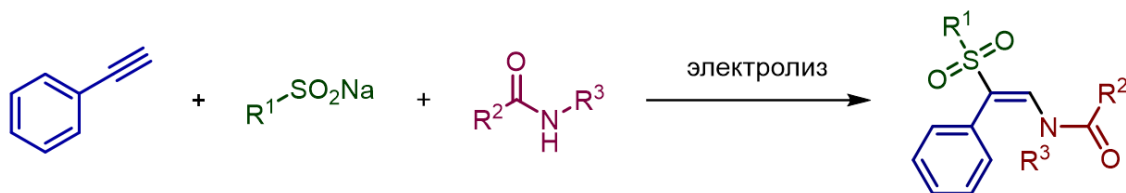
В 2021 году была обнаружена новая трехкомпонентная электрохимическая реакция аминсульфонилирования алкинов с участием сульфидов натрия и форманилидов [1]. Превращение протекает в неразделенной электрохимической ячейке с графитовыми электродами в присутствии электролита. Показано, что добавление оксида серебра существенно облегчает протекание процесса. Процесс эффективен для широкого круга сульфидов, алкинов и форманидов, что позволило получить широкий спектр продуктов трехкомпонентной реакции с высокими выходами.



Далее в 2024 году было осуществлено электрохимическое аминсульфонилирование орто-алкинил-*N*-(формил)анилидов под действием сульфидов натрия. Было установлено, что данное превращение протекает с образованием 4-хинолонов, при этом процесс эффективен для широкого спектра форманилидов и сульфидов. Ограничением метода являются форманилиды, содержащие фрагмент интернального алкина, а также содержащие заместитель на атоме азота. Был синтезирован широкий круг производных 4-хинолонов.



В настоящее время было установлено, что обнаруженное в 2021 году превращение может протекать под действием не только форманилидов, но и широкого круга амидов и сульфамидов. Превращение протекает в схожих условиях, что и ранее обнаруженная трехкомпонентная реакция. Ограничением метода является возможность использования исключительно ароматических терминальных алкинов.



*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 25-43-20021).*

### Литература

1. R.R. Aleti, A.A. Festa, O.A. Storozhenko, V. L. Bondarev, O.O. Segida, S.A. Paveliev, V.B. Rybakov, A.V. Varlamov, L.G. Voskressensky V.L. Electrochemical Decarbonylative Aminosulfonylation of Alkynes with Sulfonates and *N*-(Formyl)anilides. *Org. Lett.* **2022**, 24 (50), 9337-9341.
2. Bondarev, V. L., Festa, A. A., Storozhenko, O. A., Kokorekin, V. A., Novikov, A. P., Varlamov, A. V., & Voskressensky, L. G. Electrochemical Synthesis of 3-(Sulfonyl)quinol-4-ones from *o*-Alkynyl-*N*-(formyl)anilides and Sulfonates. *Org. Lett.* **2025**, 27 (1), 212–216.

Вакуленко С.И., Ионов Д.И., Голанцов Н.Е.

## СОЗДАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО РАЗНООБРАЗИЯ НА ОСНОВЕ ДОМИНО-РЕАКЦИЙ 1,4,5,6-ТЕТРАГИДРОПИРИМИДИНОВ И ЭЛЕКТРОНОДЕФИЦИТНЫХ АЛКИНОВ

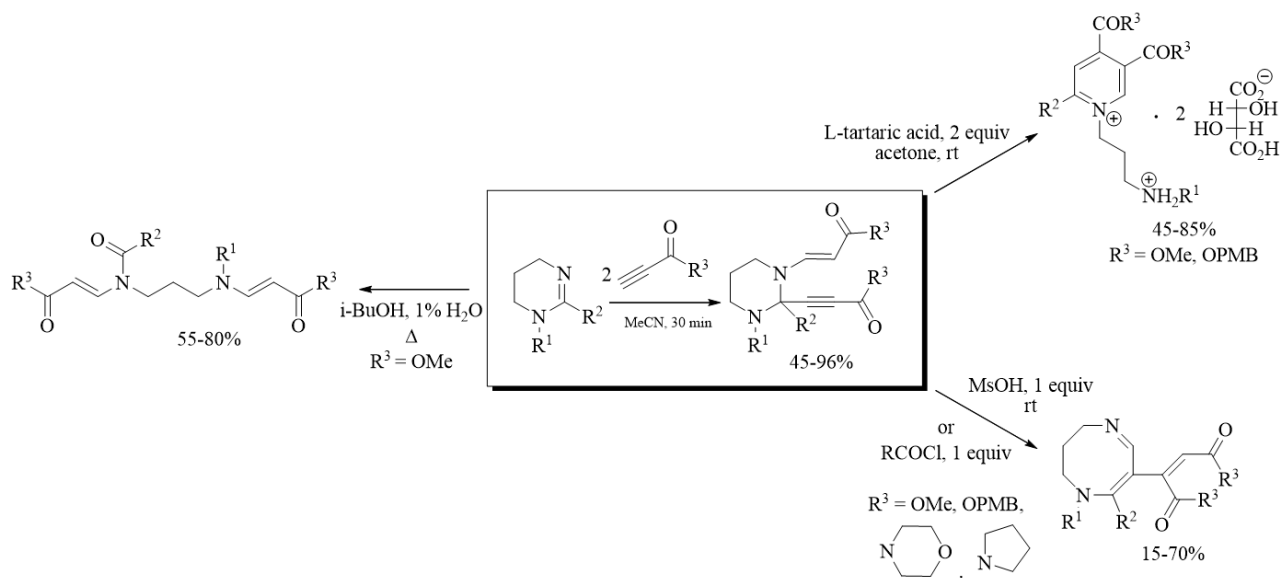
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва

Vakulenko S.I., Ionov D.A., Golantsov N.E.

## DEVELOPMENT OF MOLECULAR DIVERSITY BASED ON DOMINO REACTIONS OF 1,4,5,6-Tetrahydropyrimidines AND ELECTRON-DEFICIENT ALKYNES

Ранее нашей научной группой были изучены превращения 2-имидазолинов под действием активированных алкинов [1]. Настоящий этап исследования заключается в переходе к новому биологически активному субстрату – 1,4,5,6-тетрагидропиримидину.

Нами было показано, что аддукты циклического амидина и электронодефицитных алкинов образуются с высокими выходами при комнатной температуре. Полученные аддукты обладают значительным синтетическим потенциалом: нагревание в водном спирте приводит к образованию ациклических производных бисенаминов; действием различных протонных кислот удается варьировать направление процесса в сторону труднодоступного класса – 1,5-диазонинов или функционализированных пиридиниевых солей.



Высокий синтетический потенциал субстратов, полученных на основе 1,4,5,6-тетрагидропиримидинов открывает широкие возможности при альтернативном подходе к созданию новых лекарственных соединений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 25-43-02002).*

## Список литературы

1. Nikita E. Golantsov, Alexandra S. Golubenkova, Alexey A. Festa, Alexey V. Varlamov, and Leonid G. Voskressensky; Assembly of 1,2,3,4-Tetrahydropyrrolo[1,2-a]pyrazines via the Domino Reaction of 2-Imidazolines and Terminal Electron-Deficient Alkynes. // J. Org. Chem. – 2022. – Vol. 87. – p. 3242-3253.

Василевский С.Ф., Степанов А.А.

## ИСТОРИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ КАК ЗЕРКАЛО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ

*Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск, Россия  
630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Институтская 3  
e-mail: [vasilev@kinetics.nsc.ru](mailto:vasilev@kinetics.nsc.ru)*

Vasilevsky S.F., Stepanov A.A.

## THE HISTORY OF ORGANIC CHEMISTRY AS A MIRROR OF THE COUNTRY'S DEVELOPMENT

Каждая эпоха имеет свою особенность, а история органической химии – ее часть, поэтому она является зеркалом развития страны. Знание истории органической химии – это ключ к познанию закономерностей химии углерода, которая является основой как живого, так и созданного человеком мира.

Движущими силами развития органической химии являются практические потребности общества (медицина, красители, полимеры и т.д.). При изучении истории органической химии важно не только описание фактов, событий, но и вовлеченных в них личностей. В первую очередь, это относится к успешным ученым, которые и пишут историю органической химии. К таковым, несомненно, относится известный советский химик Иван Николаевич Назаров [1], чье 120-летие со дня рождения отмечает в 2026 г. российская химическая общественность. На примере деятельности И.Н. Назарова показано, как органическая химия отвечает на запросы общества. Так, потребности военного времени стимулировали И.Н. Назарова разработать простой синтез универсального клея, широко применявшегося для ремонта военной техники в полевых условиях. Он стал одним из Творцов Великой Победы, за что и был награжден Сталинской премией (1942 г.).

В докладе особое место уделено специфике продуктивной идеи И.Н. Назарова связать ацетилен – доступный и неиссякаемый источник энергии и одновременно двух-углеродный синтон – с самыми разными классами природных и синтетических веществ. Это вневременная стратегия и потенциал будущих достижений. Так, введение этинильной группы в природный гормон эстрадиол позволило существенно улучшить его антиандрогенную активность.

Другое необычайно важное направление работ И.Н. Назарова посвящено исследованиям в области гетероциклических соединений ряда пиперидина, пирона, тиопирона. Среди них следует отметить первый отечественный обезболивающий препарат «Промедол» (1953 г.).

Вклад, совершенный выдающимся химиком И.Н. Назаровым в развитие органической химии, навсегда останется в истории не только отечественной, но и мировой науки. За фундаментальные разработки в области химии ацетилена Назаров получил вторую Сталинскую премию (1946 г.).

Хотя идеи Ивана Николаевича относятся к прошлому, они остаются вектором настоящих исследований и горизонтами будущих.

### Список литературы

1. Летопись научной школы академика И.Н. Назарова. М.: РАН, 2024, 152 с.

Злотский С.С., Султанова Р.М., Раскильдина Г.З., Борисова Ю.Г.

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В УГНТУ НА РУБЕЖЕ ВЕКОВ

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа*

Zlotzky S.S., Sultanova R.M., Raskildina G.Z., Borisova Yu.G.

### ORGANIC CHEMISTRY RESEARCH AT UFA STATE PETROLEUM TECHNOLOGICAL UNIVERSITY(USPTU) ACROSS THE CENTURY DIVIDE

На кафедре «Общая, аналитическая и прикладная химия» УГНТУ уже более 20 лет систематически изучаются соединения классов циклических ацеталей и гем-дихлорциклопропанов, что обусловлено их широким применением в нефтехимии и тонком органическом синтезе [1, 2]. Значительный прогресс в химии этих карбо- и гетероциклов связан как с развитием традиционных превращений, так и с разработкой новых методов трансформации циклоацетальных и гем-дихлорциклопропановых фрагментов [3, 4].

В докладе рассмотрены способы получения замещенных гем-дихлорциклопропанов и 1,3-диоксацикланов посредством дихлоркарбенирования олефинов и диенов, конденсации  $\alpha$ -окисей и гликолей с карбонильными соединениями и др. Основное внимание уделено соединениям-платформам с боковыми алкенил-, оксиметил- и галогеналкильными группами. Обсуждаются вопросы регио- и стереоселективной ацетализации симметричных и несимметричных три-, тетра- и полиолов.

Показаны различные варианты модификации циклоацеталей – как с сохранением, так и с разрушением ацетального фрагмента, – позволяющие получать широкий спектр полифункциональных соединений, обладающих комплексом ценных свойств.

Рассмотрены новые эффективные пути синтеза производных гем-дихлорциклопентендикарбоновых кислот, замещенных диэтил-дихлорциклопропил-1,1-дикарбоксилатов; вторичных и третичных аминов, 6-метилурацила, содержащих гем-дихлорциклопропановый фрагмент.

В результате функционализации полизамещенных циклоацеталей и гем-дихлорциклопропанов получены простые и сложные эфиры, оксими, уретаны, карбоматы, амины и четвертичные аммониевые соединения (ЧАС) на их основе, обладающие цитотоксическими, антимикробными, антиоксидантными и гербицидными свойствами, в результате предварительной оценки биологической активности ряда синтезированных соединений.

#### Список литературы

1. Стойков И.И., Антипин И.С., Бурилов В.А., др. Органическая химия в университетах России. Достижения последних лет // Журн. Орган. химии. 2024. Т. 60. № 2-3. С. 170–396.
2. Belyakova Yu.Yu., Yaremenko I.A., Terent'ev A.O., Nenajdenko V.G, etc. Molecules with Practically Useful Properties // Russ. J. Gen. Chem. 2026. V. 96. N 1, P. 1–391.
3. Султанова Р.М., Борисова Ю.Г., Хуснутдинова Н.С., Раскильдина Г.З., Злотский С.С. 1,3-Диоксацикланы: синтез на основе продуктов нефтехимии, химические превращения и применение // Изв. АН. Сер. хим. 2023. Т. 72. № 10. С. 2297–2318.
4. Нуриева Э.Р., Борисова Ю.Г., Раскильдина Г.З., Султанова Р.М., Злотский С.С. Получение, реакции и применение 2,2-диметил-4-оксиметил-1,3-диоксолана (обзор) // Журн. общ. химии. 2024. Т. 94. № 6. С. 664–690.

Карпенкова В.И., Матвеева А.Е., Титов А.А., Варламов А.В.

РЕАКЦИИ 1- $R^1$ -6,7-ДИМЕТОКСИ-3,4-ДИГИДРОИЗОХИНОЛИНОВ С ЭЛЕКТРОНОДЕФИЦИТНЫМИ АЛКИНАМИ

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия  
 Факультет физико-математических и естественных наук. Кафедра органической химии.  
 e-mail: tori.karpenkova@gmail.com, titov-aa@rudn.ru

Мы изучили взаимодействие терминальных и интернальных электронодефицитных ацетиленов с дигидроизохинолинами: варьируя тип заместителя ( $R^1 = \text{Alkyl}, \text{CH}_2\text{Ar}, \text{Aryl}, \text{Hetaryl}$ ), строение алкина, а также условия проведения реакций, мы открыли новые пути построения сложных полициклических систем. Так, изохинолины **1**, **2** реагируют с метилпропиолатом в дихлорметане с образованием аддукта **3**, который, в свою очередь, может быть превращён в пирролобензазепин **4** в присутствии трифенилфосфина [1], либо в 1*H*-пирролобензазепин **5** в присутствии солей меди [2], а также в конденсированный лактон **6** в смеси уксусной кислоты и гексафторизопропанола [3]. Реакции с эфирами ацетилендикарбоновой кислоты приводят к оксазолоизохинолинам **7**, пирролоизохинолинам **8** и к пиридоизохинолинам **9** через одностадийный процесс в протонных и апротонных растворителях, соответственно.

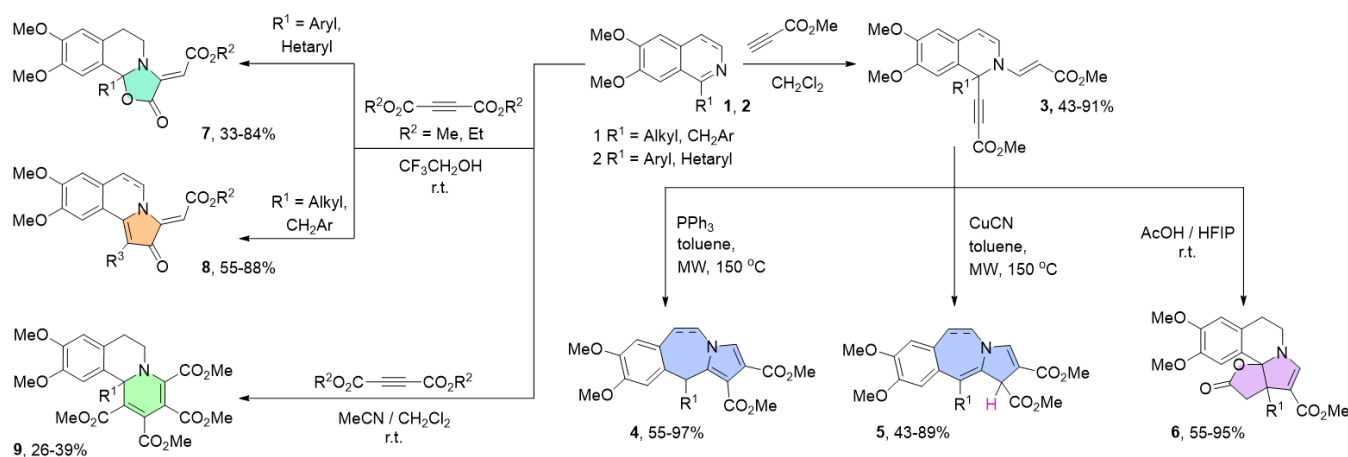


Схема 1. Пути превращения 1- $R^1$ -6,7-диметокси-3,4-дигидроизохинолинов в реакциях с электронодефицитными алкинами.

## Список литературы

- Obydennik A.Y., Titov A.A., Listratova A.V., Borisova T.N., Sokolova I.L., Rybakov V.B., Vander Eycken E.V., Voskressensky L.G., Varlamov A.V., Divergent and Nucleophile-Assisted Rearrangement in the construction of Pyrrolo[2,1-*b*][3]benzazepine and pyrido[2,1-*a*]isoquinoline Scaffolds. *Chem. Eur. J.* **2024**, *30*, e202302919.
- Obydennik A.Y., Titov A.A., Borisova T.N., Voskressensky L.G., Varlamov A.V., CuCN-Catalyzed Synthesis of 11- $R^1$ -5,6-Dihydro-1*H*-pyrrolo[2,1-*b*][3]benzazepines from 1- $R^1$ -1-Ethynyl-2-vinyl-1,2,3,4-tetrahydroisoquinolines. *J. Org. Chem.* **2025**, *90* (35), 12490-12495.
- Obydennik A.Y., Titov A.A., Listratova A.V., Borisova T.N., Rybakov V.B., Voskressensky L.G., Varlamov A.V., Concise and Free-Metal Access to Lactone-Annulated Pyrrolo[2,1-*a*]isoquinoline Derivatives via a 1,2-Rearrangement Step. *Int. J. Mol. Sci.* **2024**, *25*, 1085.

[Краснокутская Е.А.](#)

## КАФЕДРА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ТПУ – 125 ЛЕТ ТРАДИЦИЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,  
Россия, 634050 Томск, просп. Ленина, 30  
e-mail: eak@tpu.ru**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (НИ ТПУ) – один из старейших технических вузов страны, в 2026 г. отмечает 130-ий Юбилей. В этом же году исполняется 125 лет со дня основания кафедры Органической химии (современное название Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера).

В НОЦ Н.М. Кижнера ежегодно изучают органическую химию более 150 студентов направлений подготовки «Химическая технология» и «Биотехнология». Коллектив преподавателей – участник федерального проекта «Программа повышения качества преподавания фундаментальных дисциплин».

В подразделении ведется двухуровневая подготовка специалистов для фармацевтической промышленности по основным образовательным программам «Химия и технология биологически активных соединений», «Фармацевтическая биотехнология». НОЦ Н.М. Кижнера НИ ТПУ готовит специалистов не только для Российской Федерации, но и стран СНГ (Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Киргизия), стран дальнего зарубежья (Монголия, Вьетнам, Китай, Никарагуа и др.).

Научные исследования коллектива ведутся в области создания новых реакций и реагентов для органического синтеза [1], разработки лекарственных препаратов и материалов медицинского назначения [2]. Действует диссертационный совет по защите кандидатских и докторских диссертаций по специальности «Органическая химия». Научные исследования выполняются в коллаборации с Институтами РАН, университетами стран СНГ (Казахстан) и дальнего зарубежья при финансовой поддержке РФФИ, Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание «Наука»), Федеральной программы Приоритет-2030.

В последние годы значительно модернизирована инфраструктура научно-образовательного процесса. Создан комплекс учебно-исследовательских лабораторий: учебная лаборатория микробиологии и биосинтеза, учебная лаборатория органического синтеза, научно-исследовательская лаборатория молекулярного моделирования и синтеза БАВ, научно-исследовательская лаборатория синтеза полупродуктов для активных фармацевтических субстанций, научно-исследовательская лаборатория прикладной биотехнологии.

Кафедра Органической химии (НОЦ Н.М. Кижнера) как и 125 лет назад остается одним из ведущих научно-образовательных центров России.

### Список литературы

1. Yu. Yu. Belyakova, I. A. Yaremenko, A. O. Terent'ev, V. G. Nenajdenko et al. Organic Chemistry in the Creation of Molecules with Practically Useful Properties // Russian Journal of General Chemistry. 2026, Vol. 96:1.
2. Стойков И.И., Антипин И.С., Бурилов В.А., Краснокутская Е.А. и др. Органическая химия в университетах России. Достижения последних лет // Журнал органической химии. 2024. Т. 60. № 2-3. С. 170–396.

Кустова Т.П., Кочетова Л.Б.

## АЦИЛИРОВАНИЕ ДИПЕПТИДОВ В ВОДНОМ 1,4-ДИОКСАНЕ

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», г. Иваново

Kustova T.P., Kochetova L.B.

## ACYLATION OF DIPEPTIDES IN AQUEOUS 1,4-DIOXANE

Интерес к реакционной способности дипептидов в реакциях ацильного переноса диктуется важной ролью этих молекул и их ацилпроизводных в регуляции межклеточных взаимодействий и в передаче сигналов в клетку-мишень при воздействии на организм факторов внешней среды. Известно, что целый ряд олигопептидов в настоящее время используется в качестве лекарственных препаратов широкого спектра действия [1]. Одним из путей усиления терапевтической активности пептидных препаратов и повышения их биодоступности является химическая модификация по *C*- и *N*-концевым группам. Наша научная группа на протяжении ряда лет занимается комплексными исследованиями реакционной способности аминокислот и дипептидов в *N*-ацилировании производными ароматических карбоновых и сульфоновых кислот на основе экспериментального изучения кинетики этих реакций и компьютерного моделирования их механизма.

В таблице представлены кинетические характеристики некоторых изученных реакций. В ходе опытов создавались условия, при которых единственной реакционноспособной формой дипептидов была анионная.

Таблица

Кинетические характеристики реакции дипептидов с пикрилбензоатом в растворителе вода (40 масс.%) – 1,4-диоксан, 298 К

Олигопептид	$pK^*$	$k$ , л·моль <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>	$\Delta H^\ddagger_{298^\circ}$ кДж·моль <sup>-1</sup>	$-\Delta S^\ddagger_{298^\circ}$ Дж·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-1</sup>
<i>Gly-Gly</i>	8,23	$3,10 \pm 0,07$	–	–
<i>L-α-Ala-L-α-Ala</i> **	8,14	$1,52 \pm 0,01$	–	–
<i>Gly-L-Leu</i>	8,13	$0,524 \pm 0,001$	$28 \pm 3$	$156 \pm 13$
<i>D,L-Ala-D,L-Val</i>	–	$0,563 \pm 0,030$	$45 \pm 2$	$100 \pm 6$
<i>β-Ala-β-Ala</i>	9,40	$7,08 \pm 0,28$	$20 \pm 2$	$160 \pm 8$
<i>Tyr-Pro</i>	7,81	$0,289 \pm 0,003$	$49 \pm 2$	$91 \pm 6$
<i>Tyr-Pro-CH<sub>2</sub>OH</i>	–	$2,22 \pm 0,29$	$47 \pm 2$	$79 \pm 7$

\*величины  $pK$  взяты для воды

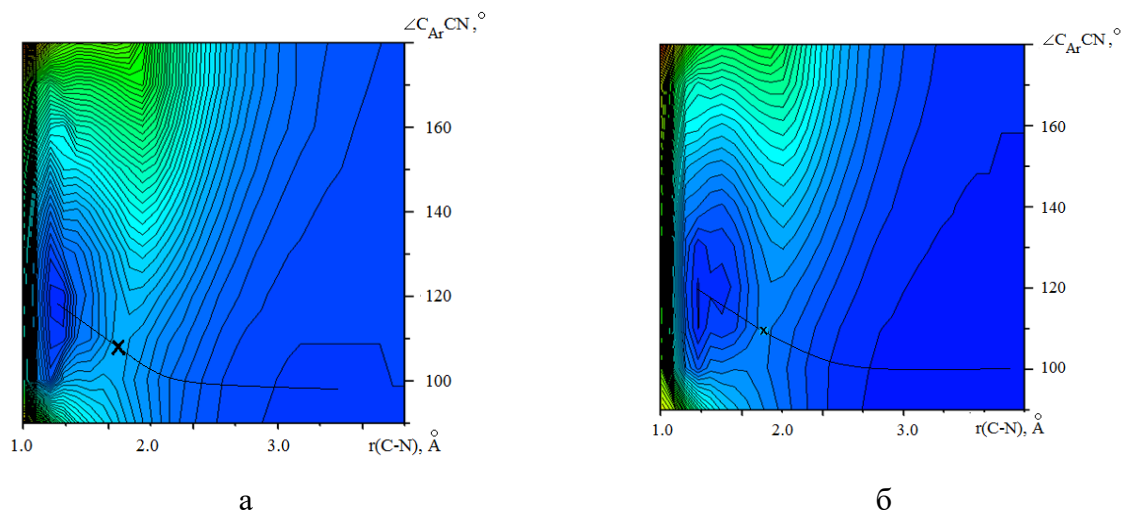
\*\*данные для растворителя вода (60 масс.%) – 1,4 диоксан

В растворителе одинакового состава константы скорости бензоилирования дипептидов *Gly-Gly* и *L-α-Ala-L-α-Ala* значительно меньше констант скорости реакций с глицином и *L-α*-аланином. Например, в водном 1,4-диоксане (с содержанием воды 40 масс.%) для реакций пикрилбензоата с глицином ( $pK = 9,78$ ) и глицилглицином ( $pK = 8,23$ ) величины  $k$  составили соответственно  $11,2$  л·моль<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup> и  $3,10$  л·моль<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup>. Снижение  $k$  дипептидов по сравнению с  $k$   $\alpha$ -аминокислот наблюдалось и в реакциях с другими ацилирующими агентами, например, с хлорангидридами бензойной и бензолсульфоновых кислот и обусловлено, по нашему мнению, меньшей основностью дипептидов по сравнению с  $\alpha$ -аминокислотами.

Для установления электронных и энергетических факторов, определяющих реакционную способность дипептидов и их мономеров –  $\alpha$ -аминокислот, было проведено квантово-химическое моделирование анионных форм этих соединений. В качестве дескрипторов реакционной способности в ацилировании были изучены электронные и орбитальные характеристики глицина,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аланина, а также дипептидов, построенных из этих аминокислот. Было установлено, что корреляций между константами скорости ацилирования и энергиями граничных орбиталей, заселенностями  $2p_z$ - АО азота ( $\phi_{2p_z}(N)$ ) и их вкладами в ВЗМО аминокислот и дипептидов

( $C_{2pz}(N)^2$ ) не наблюдается. Однако, была обнаружена линейная зависимость между  $lgk$  и зарядами на атомах азота аминогрупп  $q(N)$  (а.е.з.), например, для реакции с бензоилхлоридом:  $lgk = -(23,6 \pm 1,8) + (62 \pm 4)q(N)$ ,  $n = 7$ ,  $r = 0,995$ .

Для выявления механизма бензоилирования  $\alpha$ -аминокислот и дипептидов проведено квантово-химическое моделирование механизмов газофазных реакций глицина и глицилглицина с бензоилхлоридом. Рассчитаны фрагменты ППЭ указанных реакций в координатах расстояния между атомами, образующими связь в продуктах реакции  $r(C-N)$ , и угла атаки нуклеофила на карбонильный реакционный центр –  $\angle C_{Ar}CN$  (рисунок).



**Рисунок.** Контурные карты ППЭ реакций глицина (а) и глицилглицина (б) с бензоилхлоридом в газовой фазе. Расчеты выполнены методом  $HF/6-31G(d)$

ППЭ содержат единственную седловую точку, соответствующую активированному комплексу реакции, и единственный минимум, отвечающий образованию продуктов. Это указывает на реализацию одностадийного  $S_N2$ -механизма. Маршруты реакций представляют собой аксиальную атаку нуклеофила неподеленной электронной парой атома азота на  $\pi^*$ -орбиталь карбонильного реакционного центра под углом  $\angle C_{Ar}CN \approx 100^\circ$ .

### Список литературы

1. Хавинсон В.Х. Лекарственные пептидные препараты: прошлое, настоящее, будущее / Клиническая медицина. 2020. Т. 98, № 3. С. 165–177.

Логвиненко Н.А., Волчков Н.С., Салахова В.И.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОННЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕАКЦИИ МЕТАТЕЗИСА ОЛЕФИНОВ

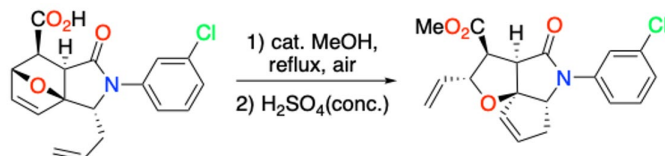
*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия*  
*e-mail: n.a.log291003@gmail.com*

Нашей группой были разработаны катализаторы типа Ховейды-Граббса, содержащие в своей структуре морфолиновый фрагмент (рис. 1).



**Рис 1.** Модификация структуры бензилиденового лиганда.

Синтезированные рутениевые комплексы успешно нашли свое применение в реакциях RRM (ring-rearrangement metathesis) и этерификации в «one pot» режиме (рис. 2).



**Рис 2.** Реакция RRM в новых условиях

Представленный вид катализаторов выдерживает не только длительное кипячение в метаноле, а еще и способен катализировать реакцию метатезиса с удовлетворительными выходами (табл. 1).

**Таблица 1.** Выходы описываемого превращения

Катализатор	Каталитическая загрузка, mol%		
	0,1	0,5	1
NMe	12	43	56
NEt	5	33	43

*Работа выполнена при финансовой поддержке средств программы РУДН НИР (тема N° 021409-2-000).*

**Маслова В.С., Жагорова С.А., Зайцев В.П.**

## РЕГИО- И СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОСТЬ (3+2)-ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ НИТРИЛОКСИДОВ И НИТРОНОВ К 3а,6-ЭПОКСИИЗОИНДОЛАМ

*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва*

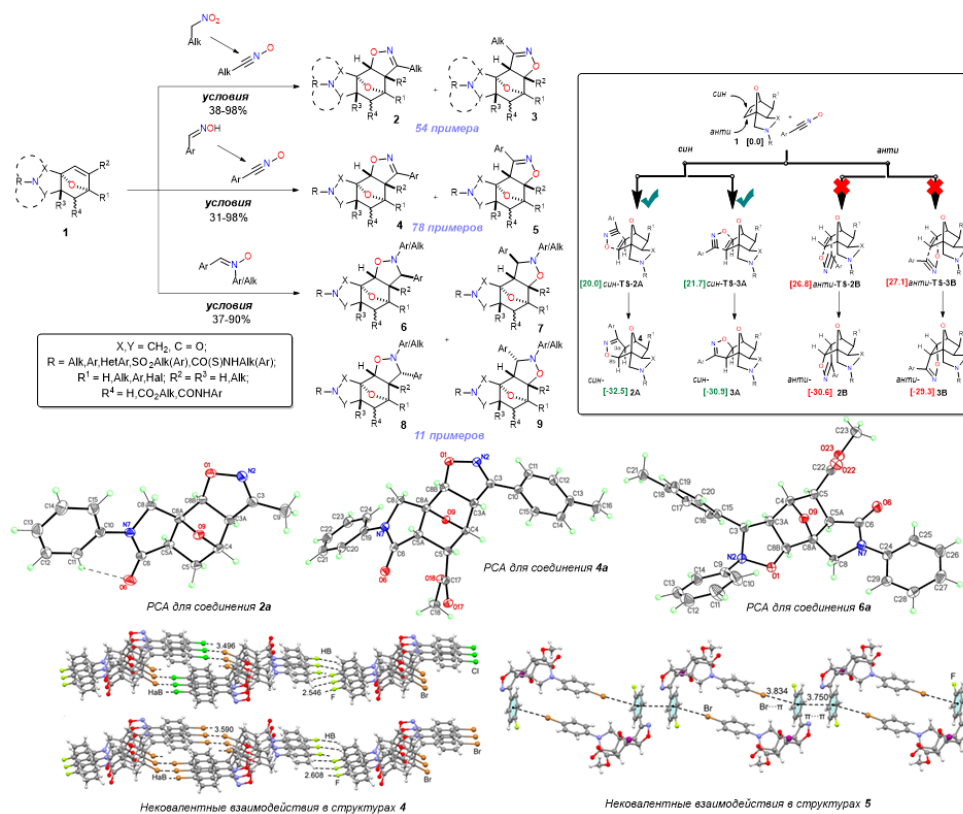
**Maslova V.S., Zhagrova S.A., Zaytsev V.P.**

### REGIO- AND STEREOSELECTIVITY OF (3+2)-CYCLOADDITION OF NITRILE OXIDES AND NITRONS TO 3a,6-EPOXYISOINDOLES

В современной синтетической органической химии значительный интерес представляет конструирование гибридных молекул, сочетающих в своей структуре несколько фармакофорных фрагментов, что открывает широкие возможности для поиска новых биологически активных соединений. Одним из наиболее эффективных подходов к синтезу подобных систем являются реакции (3+2)-циклоприсоединения, позволяющие за одну стадию формировать пятичленные гетероциклические структуры с высокой регио- и диастереоселективностью.

Особое внимание уделяется синтезу изоксазольных и изоксазолидиновых производных, поскольку данные гетероциклы входят в состав многочисленных соединений, обладающих широким спектром биологической активности [1]. В качестве трехатомных компонентов (ТАК) выступают нитрилоксиды и нитроны, способные эффективно вступать в реакции циклоприсоединения с кратными связями различных непредельных систем. Дополнительными преимуществами данных превращений являются высокая атомоэкономичность, возможность проведения реакций в режиме «one-pot», а также соответствие принципам «зеленой химии», что повышает их синтетическую и экологическую значимость.

Ранее нашей научной группой были исследованы реакции (3+2)-циклоприсоединения ароматических азидов к 3а,6-эпоксиизоиндолам [2]. В продолжение данных исследований в настоящей работе рассматриваются реакции 32СА алифатических и ароматических нитрилоксидов, а также нитронов к кратной связи 3а,6-эпоксиизоиндольных систем. Полученные полициклические аддукты представляют интерес как потенциально биологически активные соединения, поскольку некоторые представители данного класса проявляют антимикробную активность в отношении грамотрицательной бактерии *Escherichia coli* [3].



Управление региоселективностью реакции возможно за счёт модификации структуры исходного алкена. Установлено, что введение заместителя в 6-положение эпоксиизоиндольного фрагмента ( $R^1$ ) оказывает существенное влияние на направление атаки ТАК и позволяет контролировать образование мажорного региоизомера. Кроме того, показано, что даже при наличии дополнительных кратных связей в структуре исходного изоиндола реакция протекает хемоселективно исключительно по оксабициклогептеновому фрагменту. Наблюдаемые экспериментальные закономерности были подтверждены квантово-химическими DFT-расчётами, позволившими оценить влияние электронных и стерических факторов на протекание реакции циклоприсоединения [4].

Дополнительный интерес к данным структурам обусловлен наличием в их молекулах нескольких реакционных центров и развитой системы нековалентных взаимодействий, включая водородные связи, галогеновые связи и  $\pi$ - $\pi$ -стекинг [5]. Такие особенности могут оказывать существенное влияние на регионаправление реакции, их способность к молекулярному распознаванию и взаимодействию с биологическими мишенями, что делает синтезируемые системы перспективными объектами для дальнейших исследований в области медицинской химии.

*Публикация выполнена в рамках Проекта 021422-2-000 Системы грантовой поддержки научных Проектов РУДН*

### Список литературы

1. Zhu J.; Mo J.; Lin H.-Z.; Chen Y.; Sun H.-P. The recent progress of isoxazole in medicinal chemistry // *Bioorg. Med. Chem.* – **2018** – Т. 26 – С. 3065–3075.
2. Zaytsev V. P., Mertsalov D. F., Nadirova M. A., Dorovatovskii P. V., Khrustalev V. N., Sorokina E. A., Zubkov F. I., Varlamov A. V. // *Chem. Heterocycl. Compd.* – **2017** – Т. 53 – С. 1199–1206.
3. Nadirova, M. A., Khanova, A. V., Zubkov, F. I., Mertsalov, D. F., Kolesnik, I. A., Petkevich, S. K., Potkin, V. I., Shetnev, A. A., Presnukhina, S.I., Sinelshchikova, A. A., Grigoriev, M. S., Zaytsev, V. P. // *Tetrahedron* – **2021** – Т.85 – С. 132032.
4. Shelukho E. R., Zhagrova S. A., Maslova V. S., Logvinenko N. A., Mertsalov D. F., Sorokina E. A., Khrustalev V. N., Kolesnik I. A., Potkin V. I., Zubkov F. I., Zaytsev V. P. // *Tetrahedron* – **2026** – Т.195 – С. 135204.
5. Maslova V. S., Gomila R. M., Dikusar E. A., Zaytsev V. P., Khrustalev V. N., Zubkov F. I., Frontera A. // *J. Mol. Struct.* – **2026** – Т. 1361 – С. 145700.

Матюшенко Н.С., Ибраева И.Г.

## АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСПЕШНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ БИОХИМИИ НА МЕДИЦИНСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ КРСУ

*Кыргызско-Российский Славянский Университет имени первого Президента РФ Б.Н. Ельцина  
Кафедра химии и биохимии*

Преподавание биохимии в медицинских вузах принадлежит к числу актуальных проблем общей подготовки врачей. Биохимия является базовой дисциплиной для последующих теоретических и клинических дисциплин. Понимание сути и взаимосвязи биохимических процессов позволяет правильно интерпретировать процессы, происходящие в организме человека, способствует формированию клинического мышления современного специалиста. В настоящее время преподаватели Вузов отмечают, что в последние годы снижается базовый уровень абитуриентов и это создаёт большие трудности в преподавании дисциплин естественно-научного цикла и снижает качество обучения. Помимо этого студенты испытывают трудности в освоении биохимии, обусловленные переводом преподавания на образовательные стандарты нового поколения, повышающие роль самостоятельной работы студентов, как основы их обучения выбранной профессии.

С целью выявления факторов, влияющих на успешность обучения биохимии и для прогнозирования относительной эффективности образовательного процесса на медицинском факультете КРСУ, было проведено анкетирование студентов.

В анкетировании приняли участие 205 студентов второго года обучения специальностей Лечебное дело (60%) и Педиатрия (40%). Анализ результатов анкетирования показал, что почти все студенты поступили в Университет сразу после окончания школы, 82% из опрошенных подавали документы только в медицинские ВУЗы.

Базовый уровень знаний оказался важным параметром для продолжения обучения на медицинском факультете. Так, респонденты отметили, что испытывают проблемы с изучением биохимии, поскольку были различия в уровне школьной подготовки по химии. Отмечено, 34% студентов предмет в школе давался легко, в то время как 72% абитуриентов обращались к репетиторам до поступления в Университет. Такая ситуация привела к тому, что только 43% студентов на первом курсе получили зачет по химии с первого раза.

У всех студентов была различная мотивация при изучении биохимии. По первому разделу анкетирования, включающему вопросы по общему восприятию и мотивации изучения биологической химии, были получены результаты, демонстрирующие наличие интереса к предмету и понимание его важности. Большинство студентов считает биохимию интересной для изучения (72%) и значимой для будущей профессии, что отражает зрелость и осознанность при овладении знаниями. Для половины студентов главной мотивацией изучения является понимание и создание основ для будущих клинических дисциплин. В тоже время часть студентов изучала материал ради получения положительной оценки и зачета, необходимых для продолжения обучения.

По разделу, включающему вопросы по оценке сложности предмета и проблемных зон, были получены следующие результаты: 76,1% воспринимают биохимию как сложный предмет, для 51% все разделы одинаково сложны. Самой сложной признали биоэнергетику – 31%, затем в порядке убывания указаны молекулярная биология, регуляция метаболизма, обмен углеводов и азотистый обмен 22% и 19% соответственно

Среди основных причин трудностей были указаны объем информации, более половины студентов испытывают сложность визуализации молекулярных процессов, пробелы в химии и сложности с терминологией наблюдались у трети анкетированных (31%), трудности применения теории на практике было у 27%, и 19% респондентов отмечали трудности во взаимосвязи между темами.

Наиболее эффективным форматом обучения по результатам анкетирования для лучшего восприятия студентами считаются практические занятия с разбором задач, лекции с визуализацией, работа в малых группах, интерактивные приложения. Наименее эффективным респонденты считают самостоятельное изучение материала по учебникам.

Для подготовки к занятиям студенты активно используют внешние источники информации: русскоязычные YouTube-ресурсы - 62%, мобильные приложения – 45%, учебники используются значительно реже, 75% используют ChatGPT как дополнительный инструмент подготовки.

Подготовка часто носит нерегулярный характер: регулярно после каждой темы повторяют материал только 19% студентов, большинство готовятся перед или накануне занятий.

Практико-ориентированные задания используются недостаточно, поскольку тесты большинство выполняют только иногда (69%), ситуационные задачи также решают иногда 64%, при этом студенты отмечают, что такие задания улучшают понимание материала, формируют клиническое мышление и помогают применять биохимию на практике. Серьезной проблемой является написание химических формул, 75% студентов испытывают данные трудности, и только 7% студентов используют мнемонику.

Основные пожелания студентов по улучшению понимания предмета «Биохимия» включают использование клинических разборов и визуальных материалов на занятиях, логических схем/«дорожных карт», решение тестов. В то же время 30% необходима помощь в восполнении пробелов по химии и биологии.

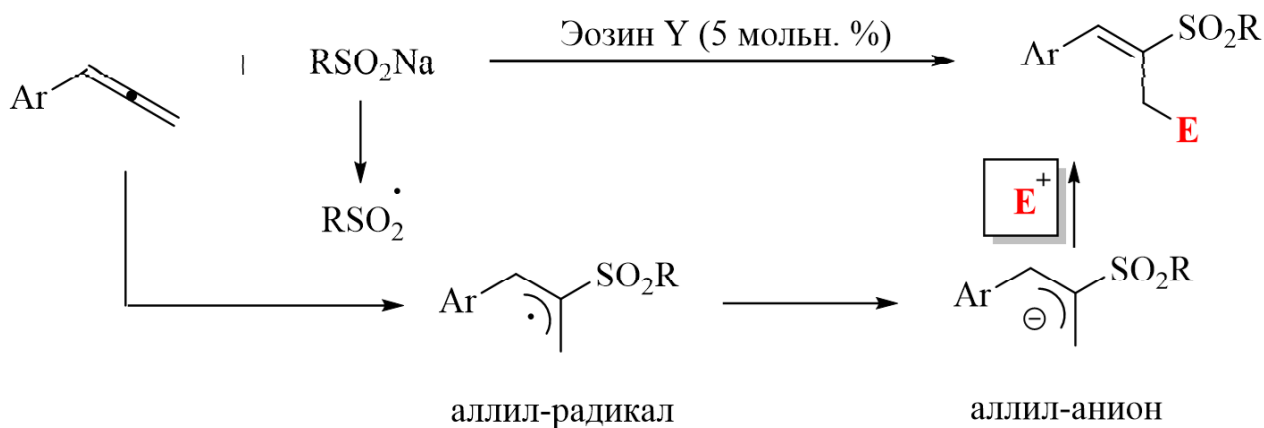
Таким образом, успешность обучения биохимии студентами медицинского факультета КРСУ обусловлена рядом факторов, среди которых можно выделить как базовый уровень знания (различия в стартовых показателях ОРТ), так и личностные характеристики (самоорганизация и проблемы «неполного взросления»), мотивационные характеристики (различия целей обучения школа-вуз, объем и сложность изучаемого материала, технологии и методы преподавания).

Петрякова А.С., Сармутдинова Д.А., Феста А.А., Стороженко О.А.

## ФОТОРЕДОКС-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЕ РЕАКЦИИ АРИЛАЛЛЕНОВ

РУДН им П. Лумумбы, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6  
 e-mail: annapetriakova@gmail.com

Ранее на кафедре органической химии было разработано фотокаталитическое гидросульфонирование ариалленов сульфитами [1]. Согласно предполагаемому механизму одним из интермедиатов является аллил-анион. Добавление в реакцию различных электрофилов позволило получить продукты трехкомпонентного процесса – образующийся аллил-анион может взаимодействовать с альдегидами или иминиевыми солями.



## Список литературы

1. O. A. Storozhenko, A. A. Festa, G. I. Detistove, V. B. Rybakov, A. V. Varlamov, E. V. Van der Eycken and L. G. Voskressensky. *Photoredox-Catalyzed Hydrosulfonylation of Arylallenes*, *J. Org. Chem.*, **2020**, 85, 2250–2259.

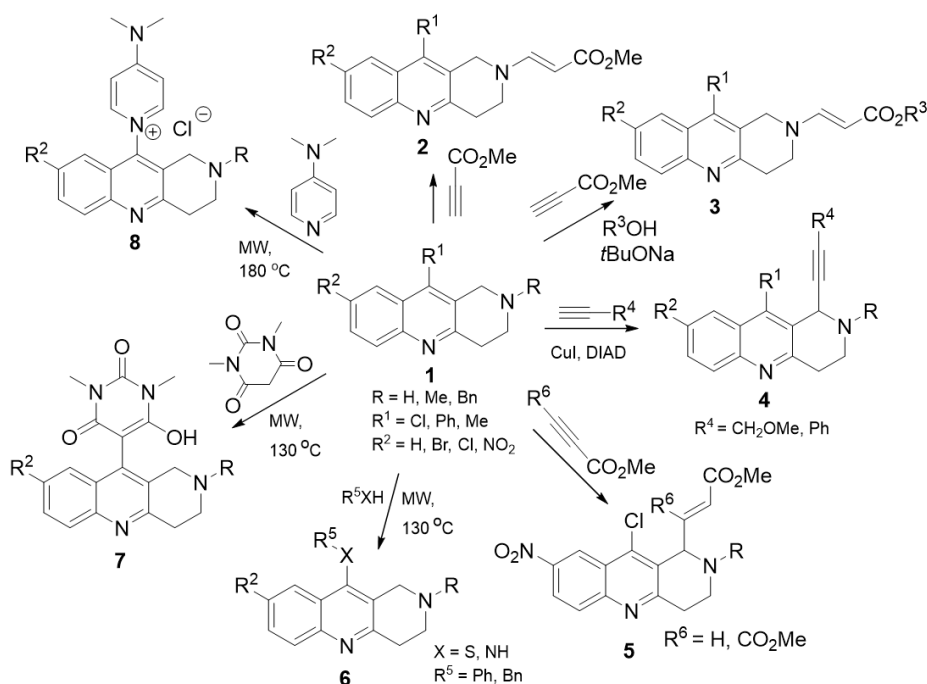
Рахимджанова М.Б., Шапиева А.И., Федоров Е.И., Куликова Л.Н.

## РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТЕТРАГИДРОБЕНЗО[В][1,6]НАФТИРИДИНОВ

Российский Университет Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы  
 РУДН, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6  
 e-mail: Mizhgonarahimjonova@gmail.com

Ранее нами было показано, что производные тетрагидробензо[*b*][1,6]нафтиридинов в микромолярных концентрациях ингибируют моноаминоксидазу типов А и В *in vitro* [1], что указывает на их потенциал в терапии нейродегенеративных заболеваний, особенно болезни Паркинсона. Также соединения этого ряда ингибируют ацетил- и бутирилхолинэстеразы [2].

Реакционная способность тетрагидробензо[*b*][1,6]нафтиридинов **1** определяется строением конденсированной системы и наличием гетероатомов, что позволяет получать разнообразные производные с различными фармакофорными фрагментами. Так варьируя реагенты, растворители и условия проведения реакции нами были получены 1-этинильные замещенные производные тетрагидробензо[*b*][1,6]нафтиридинов **4**, показана возможность проведения реакций переалкилирования **2**, а также получены продукты переалкилирования с одновременной переэтерификацией **3**. Изучена возможность введения новых функциональных групп в 10-положение в результате реакции нуклеофильного замещения арильного галогена с образованием соединений **6-8**.



### Список литературы

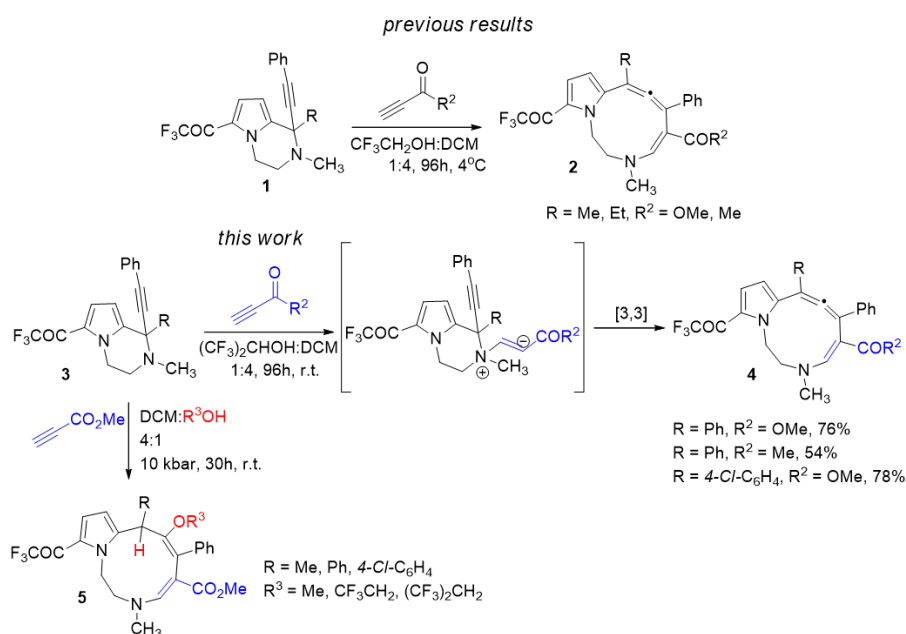
1. Kulikova LN, Raesi GR, Levickaya DD, Purgatorio R, Spada GL, Catto M, Altomare CD, Voskressensky LG. Synthesis of novel benzo [b][1,6] naphthyridine derivatives and investigation of their potential as scaffolds of MAO inhibitors. *Molecules*. 2023; 9;28(4):1662.
2. Kulikova LN, Makhaeva GF, Raesi GR, Novikov AP, Tumasov VN, Rakhimdzhanova MB, Kovaleva NV, Rudakova EV, Boltneva NP, Serebryakova OG, Shikhaliyev NQ. New tetrahydrobenzo [b][1,6] naphthyridine derivatives: synthesis and biological activity. *Russian Chemical Bulletin*. 2025;74(10):3138-50.

Распертов П.В., Титов А.А., Воскресенский Л. Г.

# СИНТЕЗ И ОДНОРЕАКТОРНАЯ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ 8-R-ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРРОЛОДИАЗЕЦИНОВ С ЭНДОЦИКЛИЧЕСКИМ АЛЛЕНОВЫМ ФРАГМЕНТОМ

Российский Университет Дружбы Народов им. Патриса Лумумбы,  
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая д. 6  
e-mail: raspertov-pv@rudn.ru, titov-aa@rudn.ru

Несмотря на высокую реакционную способность, циклические аллены остаются слабо описанной группой органических соединений. Ранее мы продемонстрировали синтез стабильных алкилзамещенных пирролодiazецинов с алленовым фрагментом **2** из пирролопиазинов и терманальных электрондефицитных алкинов<sup>1</sup>, однако, арилзамещенные исходные не показали активности в таких реакциях.



В данной работе мы сообщаем о синтезе арилзамещенных алленов **4** из 1-арил-1-(2-фенилэтинил)-1,2,3,4-тетрагидропирроло[1,2-*a*]пиазинов **3** в присутствии гексафторизопропанола (HFIP). Ранее HFIP был признан непригодным для синтеза алленов **2** из 1-алкил-1-(2-фенилэтинил)-1,2,3,4-тетрагидропирроло[1,2-*a*]пиазинов **1**, при этом соединения **3** (R = Ar) были неактивны в указанных реакциях<sup>2</sup>. Нами было показано, что использование фторированных спиртов, которые ранее считались необходимыми для образования алленов, не требуется в гипербарических условиях. Помимо этого, мы разработали однореакторный процесс, объединяющий образование аллена и нуклеофильное присоединение спиртов по алленовому фрагменту под давлением 10 кбар, что приводит к 7-метокси, 7-(2,2,2-трифторэтокси) или 7-(гексафторизопропокси)пирролодiazецинам **5**. Такой процесс представляет интерес для получения функционализированных пирролодiazецинов, особенно в свете биологической активности<sup>3</sup>, продемонстрированной ранее структурно близкими бензазецинами.

## Список литературы

- Alexander A. Titov; Pavel V. Raspertov; Svetlana A. Kovaleva; Anton P. Novikov; Rafael Luque; Alexey V. Varlamov; Leonid G. Voskressensky. Synthesis of Stable Pyrrole-Fused Diazacyclic Allenes // *J. Org. Chem.* (2026) // in press.
- Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2024», секция «Химия». – М.: Издательство «Перо», 2024. – [Электронное издание] ISBN 978-5-00244-410-6, с. 666
- Alexander A. Titov; Rosa Purgatorio; Arina Y. Obydennik; Anna V. Listratova; Tatiana N. Borisova; Modesto de Candia; Marco Catto; Cosimo D. Altomare; Alexei V. Varlamov; Leonid G. Voskressensky. Synthesis of Isomeric 3-Benzazecines Decorated with Endocyclic Allene Moiety and Exocyclic Conjugated Double Bond and Evaluation of Their Anticholinesterase Activity. // *Molecules.* (2022) // doi: 10.3390/molecules27196276.

Рюот Е.В., Пнев А.М.

## СИНТЕЗ N-АЛКИЛ-4-НИТРОАРИЛАЗОПИРАЗОЛОВ

Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

Root E.V., Pnev A.M.

## SYNTHESIS OF N-ALKYL-4-NITROARYLAZOPYRAZOLES

Благодаря хромофорности и биологической активности производные арилазопиразолов находят широкое применение в фармацевтической технологии и лакокрасочной промышленности [1–3]. На настоящий момент данные об алкилировании 4-арилазопиразолов ограничены и касаются лишь производных арилазопиразолов с донорными группами в фенильном заместителе сопряжённым с пиразольным кольцом [4].

Известно, что арилазопиразолы существуют в двух таутомерных формах, поэтому возможно алкилирование как по NH-группе пиразольного кольца как и гидразонной группе (рис. 1).

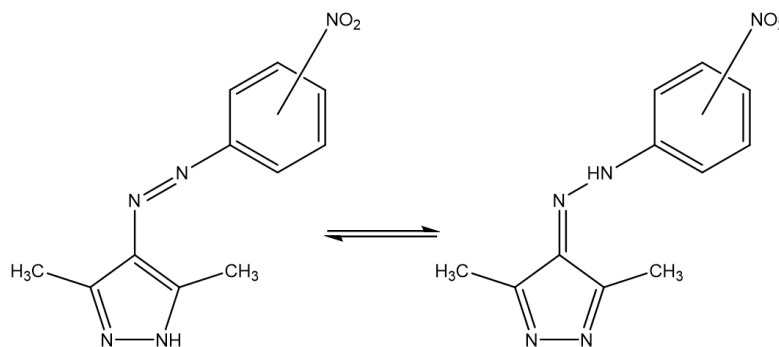


Рис. 1. Таутомерия нитроарилазопиразолов

Введение алкильного фрагмента в арилазопиразолы с азотфункционализированными группами существенно расширяет препаративные возможности и полезную область применения этого класса соединений.

Поэтому целью данной работы является изучение реакции алкилирования 3,5-диметил-4-(нитрофенилдиазенил)-1-алкилпиразолов галогеналканами в различных условиях и доказательство тонкого строения впервые полученных соединений.

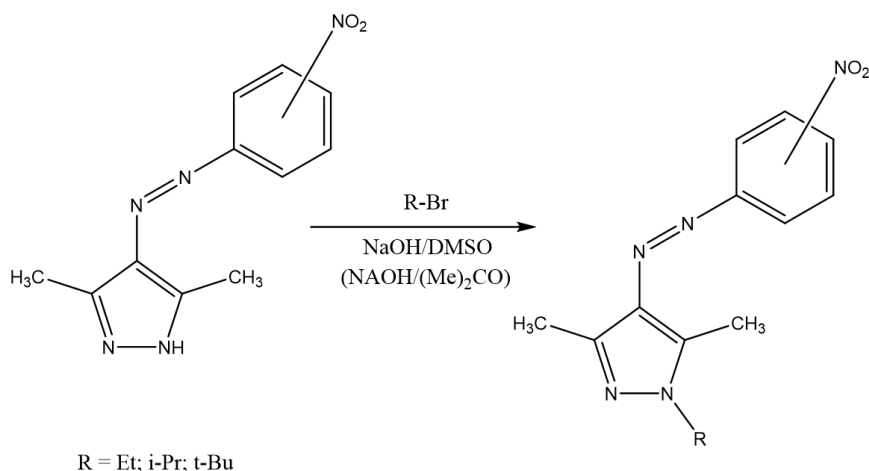


Рис. 2. Получение N-алкил-нитроарилазопиразолов

Алкилирование арилазопиразолов осуществляли в среде (NaOH/DMCO) с нагреванием реакционной массы до кипения в течение 4 часов (рис. 2). Затем смесь экстрагировали хлороформом. Хлороформные вытяжки обрабатывали оксидом алюминия и упаривали досуха. Целевые продукты выделяли колоночной хроматографией (подвижная фаза – гексан: этилацетат 10:1, неподвижная фаза – оксид алюминия). Выход целевых алкилпиразолов составил 5–68 %.

Также была изучена возможность алкилирования арилпиразолов в щелочной среде с добавлением ацетона. К арилазопиразолу растворенному в водной NaOH, прибавляли алкилирующий агент в ацетоне. Смесь выдерживали при 50 °С в течение 4 часов, затем экстрагировали хлороформом и выделяли продукты описанным выше способом. Выходы целевых алкилпиразолов составили 2–37 %.

Доказательство синтезированных N-алкил-4-нитроарилазопиразолов было подтверждено методами масс-спектрометрии, ЯМР  $^1\text{H}$ - и ЯМР  $^{13}\text{C}$ -спектроскопии.

Во всех масс-спектрах полученных соединений, имеются молекулярные ионы, соответствующие рассчитанным [5]. Кроме того во всех спектрах наблюдались фрагментные ионы, зарегистрированные в результате одинакового распада молекулярных ионов при электронном ударе и соответствующие расчетным, что говорит о принадлежности данных веществ к одному классу соединений.

Для N-алкил-4-нитроарилазопиразолов были зарегистрированы спектры ЯМР  $^1\text{H}$  в  $\text{DMCO-d}_6$  на приборах Bruker Avance III 600. В спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  присутствуют все сигналы, подтверждающие строение полученных соединений: сигналы протонов алкильных заместителей при атоме азота пиразольного ядра в области  $\delta$  1.34–4,1 м.д., синглеты протонов метильных групп пиразольного кольца с химсдвигом  $\delta$  2.29 и 2.55 м.д., сигналы протонов ароматического ядра в области  $\delta$  7.60–7.96 м.д. в виде мультиплетов [6].

### Список литературы

1. Li P., Liu Z. Ferrocenyl-contained dendritic-like antioxidants with dihydropyrazole and pyrazole as the core: investigations into the role of ferrocenyl group and structure-activity relationship on scavenging radical and protecting DNA. *Tetrahedron* 2013. 69(46), 9898–9905.
2. Кузнецов Д.Н., Кобраков К.И., Ручкина А.Г., Станкевич Г.С. Биологически активные синтетические органические красители. *Изв. вузов. Химия и химическая технология* 2017. Т.60, № 1. С. 4–33.
3. Патент 2652138 РФ. Оберхолзер М.Р. Твердые формы фунгицидных пиразолов. Опубл. 27.11.2014.
4. Иванова А.Е. Амбидентные полифторалкилсодержащие азаетероциклы в реакциях алкилирования: диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук, 2017. С. 166.
5. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектроскопии в органической химии. М.: Московский университет, 1979. С. 240.
6. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. С. 557.

Салимова Т.А., Зиновьева А.Д., Борисова Т.Н.

## СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРРОЛО[1,2-а][1,4]БЕНЗОДИАЗЕПИНОВ

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия  
 Факультет физико-математических и естественных наук. Кафедра органической химии.  
 e-mail: tanya.salimova@rambler.ru

Пирроло[1,2-а][1,4]бензодиазепины (ПБД), как класс конденсированных азепинов, обладают широким спектром биологической активности, например, выраженной противоопухолевой активностью – ПБД являются алкилирующими агентами, специфичными для малой бороздки ДНК [1]. Однако производные дипирроло[1,2-а:2',1'-с][1,4]бензодиазепинов (ДПБД) в литературе описаны мало, что обеспечивает интерес к разработке новых методов их синтеза и оценке биологической активности. Ранее на кафедре органической химии РУДН был предложен новый подход к синтезу производных ДПБД [2]. Нами установлено, что соединения **A-C** (Таблица 1) обладают цитотоксической активностью в отношении культур клеток опухолей человека: KB (аденокарцинома шейки матки) Hep G2 (клетки печени), A549 (карцинома легкого), MCF7 (карцинома молочной железы), Hek293 (клетки эмбриональной почки человека). Для расширения библиотеки ДПБД с помощью домино-реакции из соответствующих пирролобензодиазепинов **1**, имеющих имино-кетонный фрагмент, с участием сопряженных альдегидов и кетонов, были получены ДПБД **2** по модифицированной методике: в трифторэтаноле в условиях микроволнового облучения при 150°C.

Схема 1. Синтез дипирроло[1,2-а:2',1'-с][1,4]бензодиазепинов.

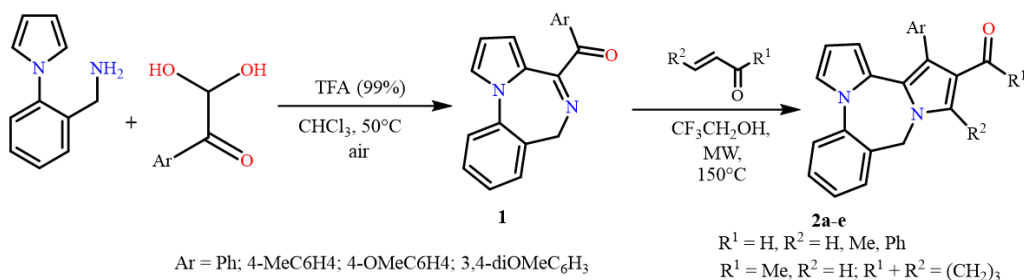
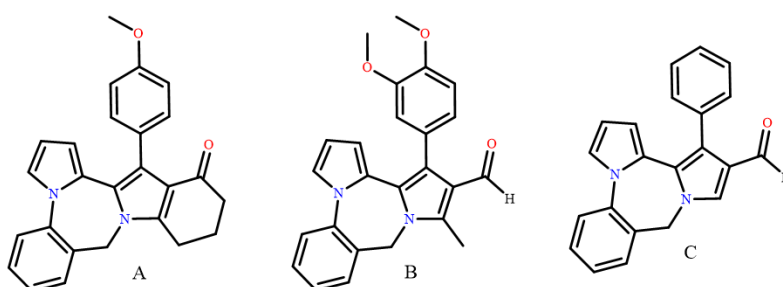


Таблица 1. Оценка биологической активности дипирроло[1,2-а:2',1'-с][1,4]бензодиазепинов.



№	IC50 (мкг/мл)				
	KB	HepG2	A549	MCF7	Hek293
A	7.73±0.14	7.61±0.27	5.60±0.42	6.32±0.58	5.0±0.47
B	1.86±0.10	1.87±0.09	1.58±0.15	6.59±0.25	6.29±0.61
C	7.29±0.50	7.73±0.39	6.50±0.35	7.39±0.30	6.37±0.11

## Список литературы

- Gerratana B. Biosynthesis, synthesis, and biological activities of pyrrolobenzodiazepines // Medicinal research reviews. – 2012. – V.32. – I.2. – P.254-293.
- Zinoveva A.D., Borisova T.N., Podchufarova V.A. et al. Synthesis Of Dipyrrolobenzo [1, 2-а: 2', 1'-с][1, 4] diazepine Scaffold Via Three-Component Reaction // Asian Journal of Organic Chemistry. – 2024. – V.13. – I.5. – P.e202400010.

Санчес-Пиментель А.П., Пронина А.А., Поликарпова Е.М., Зубков Ф.И.

# СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ЦИТОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ХЛОРАЦЕТАМИДНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАГИДРОКИНОЛИНОВ

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия  
115419, Россия, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3  
artemsanchez1703@gmail.ru

Поиск соединений с потенциальной лекарственной активностью остаётся одной из ключевых задач органической химии. Тетрагидрохинолины – вещества, обладающие широким спектром биологической активности, многие производные которых в настоящее время используются в медицине в качестве противовирусных, противовоспалительных и противораковых препаратов. В связи с этим тетрагидрохинолины рассматриваются как основа для создания лекарств нового поколения [1].

В ходе исследовательской работы нами была получена серия хлорацетамидных модификаций тетрагидрохинолинов (соединения **3a-e**), которые в дальнейшем были протестированы на раковых линиях клеток на цитотоксическую активность (**SK-BR-3** - клеточная линия аденокарциномы молочной железы человека, **A549** - клеточная линия карциномы легкого человека, **WI-26 VA4** - клеточная линия фибробластов легкого человека (выступала в качестве линии сравнения)).

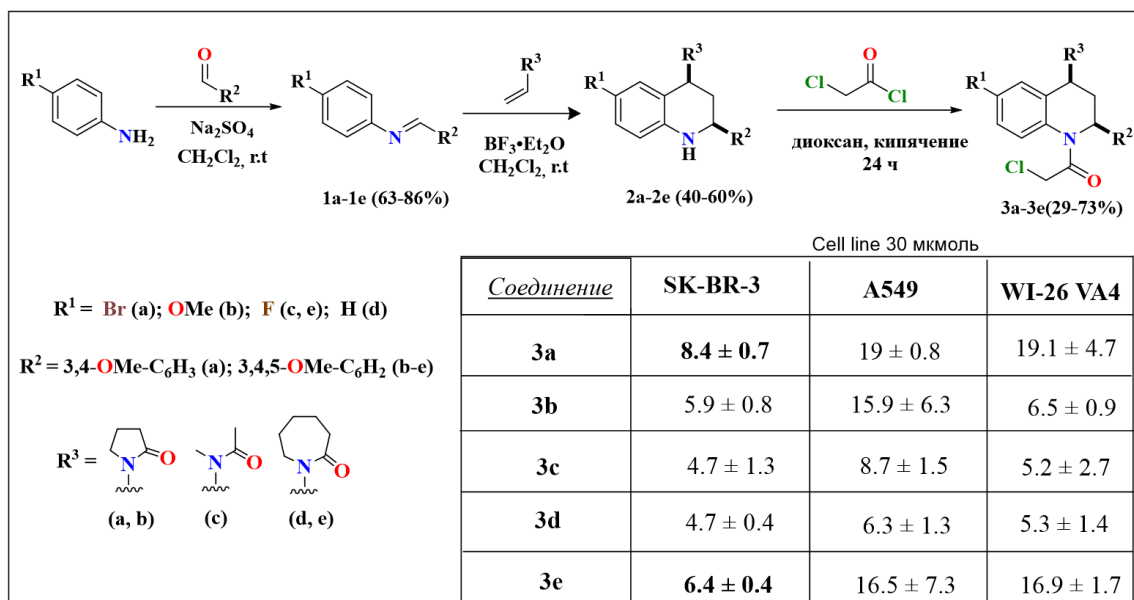


Схема 1. Синтез производных ТГХ и результаты оценки цитотоксических свойств

По результатам исследования было сделано заключение о том, что синтезированные по реакции Поварова соединения **3a-e** обладают ярко выраженными цитотоксическими свойствами.

## Список литературы

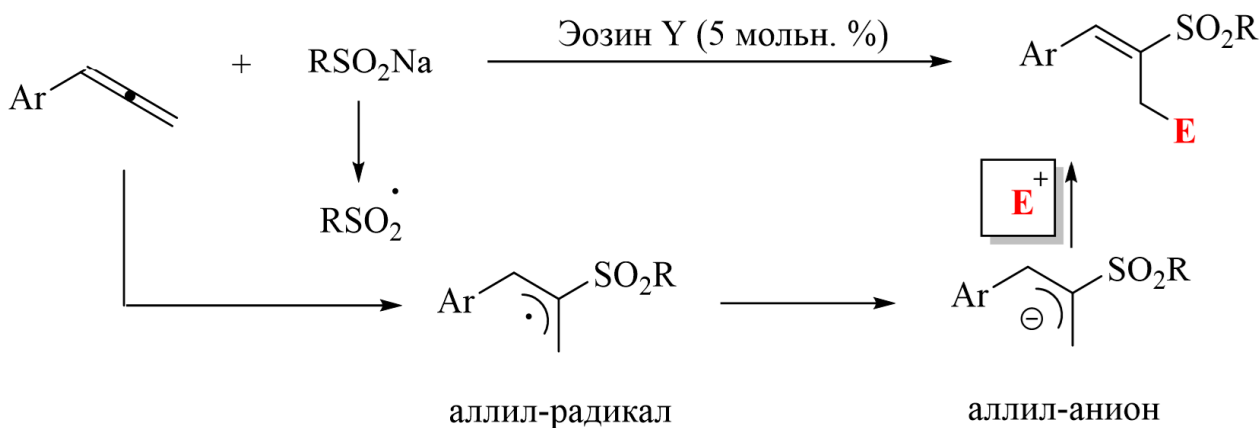
- Ghashghaei O., Masdeu C., Alonso C., Palacios F., Lavilla R. *Drug Discovery Today: Technologies*. **2018**,29, 71–79.

Петрякова А.С., Сармутдинова Д.А., Феста А.А., Стороженко О.А.

## ФОТОРЕДОКС-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЕ РЕАКЦИИ АРИЛАЛЛЕНОВ

РУДН им П. Лумумбы, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6  
 e-mail: annapetriakova@gmail.com

Ранее на кафедре органической химии было разработано фотокаталитическое гидросульфонилирование ариалленов сульфитами [1]. Согласно предполагаемому механизму одним из интермедиатов является аллил-анион. Добавление в реакцию различных электрофилов позволило получить продукты трехкомпонентного процесса – образующийся аллил-анион может взаимодействовать с альдегидами или иминиевыми солями.



## Список литературы

1. O. A. Storozhenko, A. A. Festa, G. I. Detistove, V. B. Rybakov, A. V. Varlamov, E. V. Van der Eycken and L. G. Voskressensky. *Photoredox-Catalyzed Hydrosulfonylation of Arylallenes*, *J. Org. Chem.*, **2020**, 85, 2250–2259.

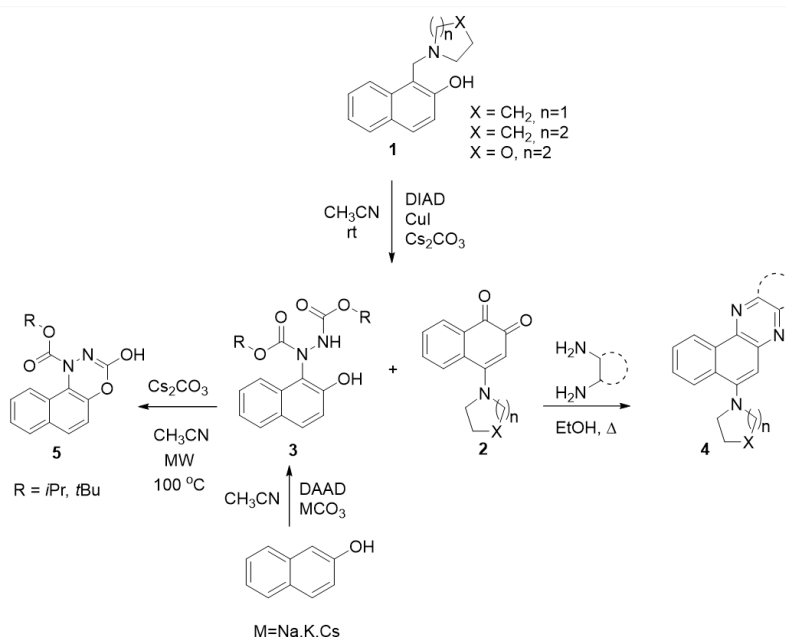
Сухбатуллоева М. И., Никулина А.С., Чаплыгина А. Ю., Листратова А.В., Куликова Л.Н.

## ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ОСНОВАНИЙ БЕТТИ

RUDN University, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str. 6  
 e-mail: marinasyhbatylloeva@mail.ru

Основания Бетти представляют значительный синтетический интерес как универсальные платформы для конструирования функционализированных гетероциклических систем. Наличие в их молекулярной структуре фенольного и аминного фрагментов обеспечивает высокую реакционную способность и открывает широкие возможности для дальнейших химических трансформаций.

В ходе проведённых исследований было установлено, что взаимодействие оснований Бетти с диалкилазодикарбоксилатами (DAAD) в присутствии карбонатных оснований и каталитических количеств иодида меди(I) приводит к реализации окислительной внутримолекулярной перегруппировки. Данный процесс сопровождается селективным образованием 1,2-нафтохинонов **2**. Вместе с тем, в реакционной смеси наблюдается образование побочных продуктов – замещённых нафтолов **3**, однако их выход остаётся незначительным. Полученные нафтохиноны **2** были успешно вовлечены в последующие реакции с алифатическими и ароматическими диаминами (этилендиамином, *орто*-фенилендиамином), что позволило синтезировать соответствующие хиноксалины и феназины **4**. Кроме того, продукт аминирования **3** также был получен нами из  $\beta$ -нафтола в мягких условиях (система вода–изопропанол, различные карбонаты в качестве оснований) с выходами от 95 до 99 %. Особое внимание заслуживает обнаруженная нами способность соединения **3** к внутримолекулярной циклизации, приводящей к формированию ранее неописанных гетероциклических структур – нафтооксодазинов **5**.



## Список литературы

- Olyaei A., Sadeghpour M. Recent advances in the transformation reactions of the Betti base derivatives //RSC advances. – 2024. – Т. 14. – №. 17. – С. 11811-11848.
- Cardellicchio C., Capozzi M. A. M., Naso F. The Betti base: the awakening of a sleeping beauty //Tetrahedron: Asymmetry. – 2010. – Т. 21. – №. 5. – С. 507-517.

Сырбу С.А.

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ГОРЮЧЕСТИ ТКАНЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», г. Иваново*Syrbu S.A.

### POSSIBILITIES OF COMPOSITE MATERIALS USING TO REDUCE THE FLAMMABILITY OF TECHNICAL FABRICS

Огнезащитная обработка тканей может проводиться различными видами антипиренов. При этом материалу придается повышенная устойчивость к непосредственному контакту с открытым пламенем или к высокотемпературному тепловому воздействию. Известно, что данные свойства материалу можно придать несколькими способами: добавкой антипирена на этапе синтеза волокнообразующего полимера или на этапе формирования волокна (для искусственных и синтетических волокон); путем пропитки ткани растворами антипиренов (способ известный как «плюсование-сушка-термообработка»); путем формирования на поверхности полотна полимерной пленки, содержащей замедлители горения. В данном исследовании рассмотрены полимерные композиции, в состав которых введены антипирены, которые при определенных условиях формируют на ткани негорючую полимерную эластичную пленку.

Цель работы заключалась в анализе влияния наполнителей, вводимых в полимерную поливинилхлоридную (ПВХ) композицию, на эффективность огнезащиты тканей специального назначения и выдвигении гипотезы о возможных механизмах антипиреющего действия выбранных добавок.

В качестве субстрата, на поверхность которого наносились различные составы, выбрана смесовая (в пряже) хлопкополиэфирная ткань, содержащая 65% хлопкового и 35% полиэфирного волокон, саржевого переплетения. Саржевое переплетение является одним из наиболее широко используемых типов переплетения нитей в текстильной промышленности.

В качестве полимерной матрицы, в которую вводили наполнители, использовали приготовленный ПВХ-пластизол, содержащий 60 массовых частей ПВХ эмульсионного и 40 массовых частей пластификатора диоктилфталата (ДОФ). В «базовый» ПВХ-состав перед нанесением на ткань отдельно добавляли 15 массовых частей наполнителя. Желирование ПВХ-пластизоля, приводящее к образованию прочнофиксированной полимерной пленки на поверхности ткани, проводили в среде горячего воздуха при температуре 145 – 150 °С в течение 5 минут. В качестве наполнителей использовали политетрафторэтилен, диоксид титана, карбамид, шунгит, оксид цинка и гидроортофосфат аммония.

Изучение поведения образцов материалов при огневом воздействии проводили в соответствии с ГОСТ Р 11209-2014 «Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний», а под воздействием высоких температур осуществляли с использованием метода термического анализа, совмещенного с масс-спектрометрией, что позволило судить об изменении физико-химических характеристик изготовленных материалов в процессе их нагрева. По полученным результатам были выдвинуты предположения о механизме действия наполнителей, придающих разработанным композиционным материалам более высокую огнезащитную эффективность.

Требованиям ГОСТ соответствовали образцы саржи, покрытые огнезащитными композиционными материалами, имеющими в качестве наполнителей шунгит и гидроортофосфат аммония.

На втором этапе работы были проведены исследования полученных материалов методом термического анализа, совмещенного с масс-спектрометрией. Исследования проводились в «Объединенном учебно-научном центре коллективного пользования МИРЭА» на синхронном термоанализаторе STA 449 F3, совмещенном с масс-спектрометром QMS 403 (NETZSCH-Gerateban GmbH, Германия, 2021) в интервале температур 35...700 °С в среде воздуха, скорость подачи газа составляла 100 мл/мин, скорость нагревания – 10 град/мин. Данный измерительный комплекс позволяет одновременно получать значения калориметрических величин при различных термодинамических переходах, измерять температуры этих переходов и регистрировать при этом изменение массы исследуемого образца.

Все приведенные экспериментальные зависимости потери массы образцов имели 3 общих этапа: уменьшение массы за счет удаления из материала влаги; деполимеризацию макромолекул волокнообразующих и пленкообразующего полимеров с распадом на более короткие цепи; образование низкомолекулярных продуктов термоокислительной деструкции полимеров.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что эффективную огнезащиту текстильному материалу обеспечивают только те наполнители, введенные в ПВХ-матрицу, которые способствуют выделению воды при термическом воздействии. Наличие воды приводит к усилению процесса гидротермальной деструкции ПВХ, который на первой стадии сопровождается выделением хлороводорода и образованием полиена. Процесс протекает до температур 250 °С. На второй стадии в области температур 250 – 350 °С полиен начинает разлагаться до низкомолекулярных соединений. При температурах выше 350 °С полиен полностью разрушается с образованием большого количества простых веществ [1]. Таким образом, гидротермальная деструкция, в конечном итоге, способствует активному образованию карбонизированного слоя, защищающего текстильный материал от действия открытого пламени и доступа кислорода воздуха [2].

В заключение следует отметить, что понимание механизмов антипиряющего действия наполнителей полимерных композиционных материалов позволит создавать новые эффективные огнестойкие материалы, которые могут быть использованы в качестве укрывных материалов для автотранспорта, узлов технологического оборудования, покрытий некапитальных строений, быстровозводимых каркасно-тентовых конструкций, тентовых материалов для фургонов грузового транспорта.

### Список литературы

1. Yu J., Sun L., Ma Ch., Qiao Yu, Yao H. Thermal degradation of PVC: A review // *Waster Management*. 2016. 48. P. 300 - 314 [электронный ресурс] URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26687228> (дата обращения 04.02.2026).
2. Влияние наполнителей ПВХ-покрытия целлюлозосодержащих текстильных материалов на эффективность их огнезащиты / С.А. Сырбу, О.Г. Циркина, Н.Н. Колесникова и [др.] // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*. 2025. № 2 (416). С. 181 – 195.

Чаплыгина А.Ю., Сухбатуллоева М.И., Зуенкова А.П., Листратова А.В., Куликова Л.Н.

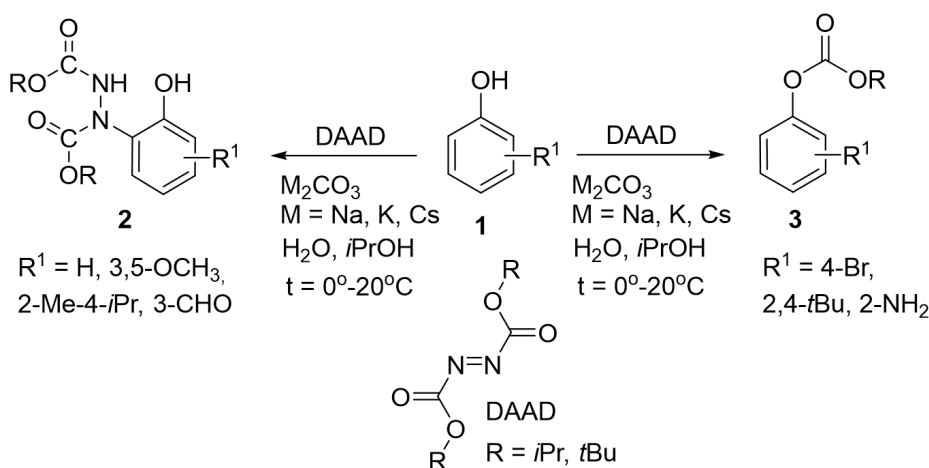
## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАМЕЩЁННЫХ ФЕНОЛОВ С ДИАЛКИЛАЗОДИКАРБОКСИЛАТАМИ

РУДН, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6  
e-mail: misstusya2005@gmail.com

Реакции гидразинирования фенолов важны для синтеза биологически активных соединений. Существующие методики, как правило, требуют проведения реакции в жёстких условиях или присутствия комплексных катализаторов, что ограничивает их практическое применение [1]. Разработка устойчивого, экологичного и доступного подхода к селективному гидразинированию является актуальной задачей.

Предложенная нами реакция, протекает в условиях «зеленой химии». Стоит отметить простоту выполнения и доступность всех реагентов: в качестве растворителя используется система вода/изопропанол; а соответствующие карбонаты ( $K_2CO_3/Na_2CO_3/Cs_2CO_3$ ) используются как основания. Реакция проходит за несколько минут, продукты выделяются простой фильтрацией, выходы целевых веществ сопоставимы или превышают литературные данные.

Нами было установлено, в ходе реакции возможны два конкурирующих процесса. Происходит либо электрофильное замещение в ароматическом кольце с образованием гидропроизводных **2**, либо нуклеофильная атака фенольного гидроксила на диалкилазодикарбоксилаты, приводящая к соответствующим карбонатам **3**. Направление реакции зависит от природы заместителя в исходных фенолах **1**.



### Список литературы

1. Listratova A.V., Chernikova S.L., Sherchalova A.A., Kulikova L.N. (2025). Versatility of Dialkyl Azodicarboxylates in Organic Transformations. //Asian Journal of Organic Chemistry – 2025 – Т. 14. – №. 10. – С. e00459.

**Шелухо Е.Р., Яковлева Е.Д., Полянская З.А., Полянская Д.К., Маслова В.С.,  
Ларионов А.С., Зайцев В.П.**

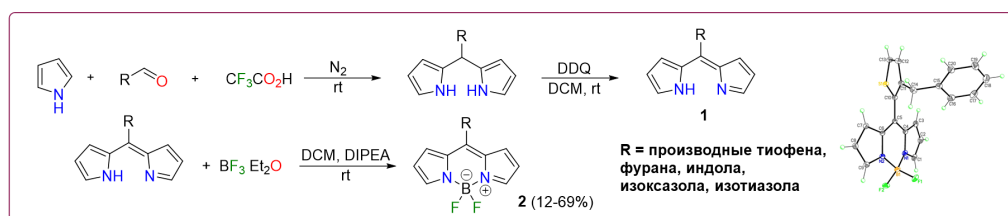
## НОВЫЕ ФЛУОРОФОРЫ BODIPY С ПЯТИЧЛЕННЫМИ ГЕТЕРОЦИКЛАМИ В МЕЗО-ПОЛОЖЕНИИ: ДИЗАЙН, СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва*

**Shelukho E.R., Yakovleva E.D., Polianskaia Z.A., Polyanskaya D.K., Maslova V.S.,  
Larionov A.S., Zaytsev V.P.**

## NEW BODIPY FLUOROPHORES WITH FIVE-MEMBERED HETEROCYCLES IN THE MESO-POSITION: DESIGN, SYNTHESIS, AND SPECTRAL CHARACTERISTICS

Благодаря уникальному сочетанию таких фотофизических характеристик, как высокий квантовый выход флуоресценции, фотостабильность, модулируемость спектральных параметров и биосовместимость, соединения класса BODIPY представляют собой перспективную платформу для создания нового поколения фотосенсибилизаторов, применяемых в фотодинамической (PDT) и антимикробной фотодинамической терапии (aPDT), а также для разработки высококонтрастных селективных зондов, предназначенных для ранней диагностики и мониторинга онкологических и нейродегенеративных заболеваний [1, 2]. Известно, что введение арильных заместителей в мезо-положение BODIPY-остова способствует улучшению фотофизических свойств данных флуорофоров. В то же время влияние на практически значимые характеристики замены шестичленного ароматического цикла на пятичленные гетероциклы в указанной позиции остаётся недостаточно изученным. В связи с этим нашей научной группой был синтезирован ряд производных BODIPY, содержащих различные гетероциклические фрагменты в мезо-положении, с целью систематического анализа их фотофизических параметров и последующего определения биологической активности (схема 1).



**Схема 1.** Синтез красителей типа BODIPY

В настоящий момент совместно с научными сотрудниками кафедры физической и коллоидной химии ФФМиЕН РУДН проводятся исследования, направленные на изучение синергии физических свойств полученных флуорофоров и MOF-структур, обладающих различным составом.

**Работа была выполнена в рамках проекта № 021422-2-000 «Системы грантовой поддержки научных Проектов РУДН» и при финансовой поддержке РУДН (грантовое финансирование молодых ученых «Совместный старт: сделаем науку вместе»).**

### Список литературы

1. Zhang W. et al. Application of multifunctional BODIPY in photodynamic therapy //Dyes and Pigments. – 2021. – Т. 185. – С. 108937.
2. Prieto-Montero R. et al. Exploring BODIPY derivatives as singlet oxygen photosensitizers for PDT //Photochemistry and photobiology. – 2020. – Т. 96. – №. 3. – С. 458-477.

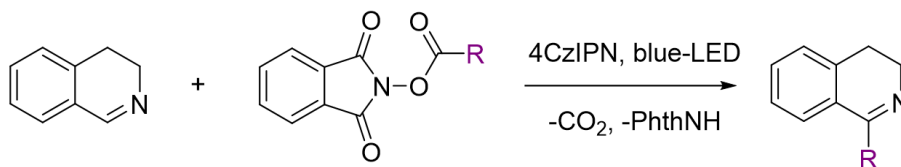
Шерстнева О.А., Рыбинская В.В., Феста А.А.

## РЕАКЦИИ РАДИКАЛЬНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ ЭФИРАМИ N-ГИДРОКСИФТАЛИМИДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВИДИМОГО СВЕТА

РУДН, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6  
e-mail: sherolga371@gmail.com

Фотокаталитические процессы под действием видимого света занимают важное место в современной органической химии благодаря мягким условиям и высокой селективности. Особый интерес представляют *N*-гидроксифталимидные эфиры (NHPI-эфиры), которые служат стабильными и доступными источниками алкильных радикалов [1]. Активация NHPI-эфиров в присутствии органических фотокатализаторов, например, 2,4,5,6-тетра(9*H*-карбазол-9-ил)изофталонитрила (4CzIPN), позволяет осуществлять радикальные превращения без использования металлов, что особенно ценно с точки зрения синтетической и экологической эффективности.

В представленной работе радикальное алкилирование 3,4-дигидроизохинолина осуществляли с использованием 4CzIPN под действием синего света. Подобранные условия обеспечивают эффективное образование алкильных радикалов и селективное получение целевых продуктов, тем самым подтверждая перспективность данного подхода для синтеза ценных производных, содержащих дигидроизохинолиновый фрагмент.



### Список литературы

1. Rubanov Z. M., Levin V. V., Dilman A. D. Light-Mediated Radical Addition to Azomethine Compounds: Novel Reactivity and Activation Modes // Chemical Record. John Wiley and Sons Inc, 2025. Vol. 25, № 1. P. e202400194.

Шевников Д.М., Григорьева А. А., Мерцалов Д.Ф., Зайцев В.П.

## ИССЛЕДОВАНИЕ IMDAF РЕАКЦИЙ В ФУРФУРИЛАЛЛИЛАМИНАХ

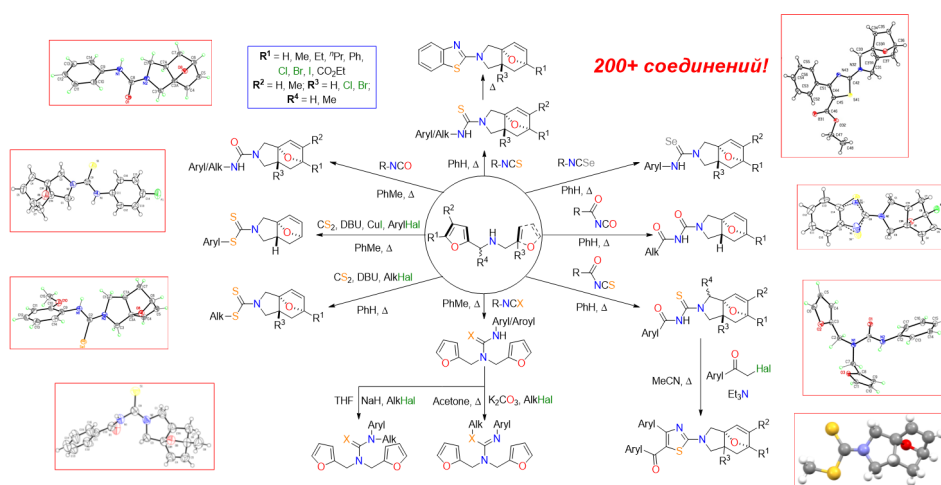
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва

Shchevnikov D.M., Grigor'eva A.A., Mertsalov D.F., Zaitsev V.P.

## INVESTIGATION OF IMDAF REACTIONS IN FURFURYLALLYLAMINES

Большая часть работы кафедры органической химии РУДН посвящена исследованию внутримолекулярной реакции Дильса-Альдера в фуранах (IMDAF). Внутримолекулярное [4+2] циклоприсоединение в ряду фуранов показало себя эффективным методом формирования конденсированных полициклических систем с часто высокой регио- и стереоселективностью, особенно в образовании встречающихся в природе соединений и их аналогов. [1-3]

Нашей задачей стало исследование химической активности *N*-аллил-*N*-фурфуриламинов в синтезе *N*-замещённых 3а,6-эпоксизоиндолов и исследование биологической активности полученных соединений. Результатом исследований стала линейка из более чем 200 эпоксиизоиндолов – карбо(тио, селено)амиды [4-6], ацилкарбамиды, ароилкарботиоамиды [7], 2,4,5-тризамещённые-1,3-тиазолы, бензотиазолы, алкил- и арилдитиокарбоматы, стереоселективно полученные в виде единственного продукта ЭКЗО-циклизации.



Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (РНФ) (проекты №. 22-73-00127, 25-23-000879). Публикация выполнена в рамках Проекта 021422-2-000 Системы грантовой поддержки научных проектов РУДН.

## Список литературы

- Håkon Sætren Gulbrandsen, Halvard Serigstad, Matthew Lovell Read, Ilah Joos, Lise-Lotte Gundersen Formation of 8-Hydroxyphenanthridines by Microwave-Mediated IMDAF Reactions; Synthesis Directed towards Lycorine Alkaloids // Eur. J. Org. Chem., **2019**, 2019, 35, 6044-6052.
- Albert Padwa, Andrew C. Flick Intramolecular Diels–Alder Cycloaddition of Furans (IMDAF) for Natural Product Synthesis // Adv. Heterocycl. Chem., 2013, 110, 1-41.
- Nadirova M.A., Khanova A.V., Zubkov F.I., Mertsalov D.F., Kolesnik I.A., Petkevich S.K., Potkin V.I., Shetnev A.A., Presnukhina S.I., Sinelshchikova A.A., Grigoriev M.S., Zaytsev V.P. Cascade of the Hinsberg / IMDAF reactions in the synthesis 2- arylsulfonyl-3a,6-epoxyisoindoles and 4a,7-epoxyisoquinolines in water // Tetrahedron, 2021, 85, 132032.
- Mertsalov D.F., Shchevnikov D.M., Lovtsevich L.V., Novikov R.A., Khrustalev V.N., Grigoriev M.S., Romanycheva A.A., Shetnev A.A., Bychkova O.P., Trenin A.S., Zaytsev V.P. The short route to chalcogenurea-substituted 3a,6-epoxyisoindoles via an intramolecular Diels–Alder furan (IMDAF) reaction. Antibacterial and antifungal activity // New J. Chem., 2024, 48, 12947-12959
- Ibragimova U.M., Valuysky N.V., Rayberg V.R., Sorokina S.A., Zhukova K.I., Deryagin D.K., Ukhorenko I.S., Grigoryeva A.A., Shchevnikov D.M., Zaytsev V.P., Litvinov R.A. Synthesis and multimodal activity of 3a,6-epoxyisoindole-2(3*H*)-(carbox/thio/seleno)amides in models of glycation, oxidative stress, and inflammation: Toward the development of agents targeting the triggering mechanisms of fibrogenesis // Pharm. & Pharmacol., 2025, 13(6), 500-514.
- Shchevnikov D. M., Gurbanov A. V., Khrustalev V. N., Woldemariam M. M., Hökelek T., Litvinov R. A. Synthesis and crystal structure analysis of (3*a**RS*,6*RS*,7*aRS*)-*N*-(4-bromophenyl)-1,6,7*a*-tetrahydro-3*a*,6-epoxyisoindole-2(3*H*)-carboselenoamide // Acta Crystallogr., Sect. E:Crystallogr. Commun., 2026, E82.
- Mertsalov D.F., Lovtsevich L.V., Shchevnikov D.M., Dobrushina Y.M., Sorokina E.A., Grigoriev M.S., Zaytsev V.P. An intramolecular Diels–Alder reaction in the synthesis of *N*-aroyl-3a,6-epoxyisoindole-2-carbothioamides // Chem. Heterocycl. Comp., 2024, 60, 512–523.

Abaev V.T.	24	Кустова Т.П.	32
Annadurdyeva S.	25	Логвиненко Н.А.	34
Bakhtiyarova Yu.V.	7	Маслова В.С.	35
Berganayeva G.Ye.	6	Негребецкий В.В.	13
Danagulyan G.G.	9	Петрякова А.С.	39
Kustova T.P.	32	Петрякова А.С.	46
Postnikov P.S.	15	Постников П.С.	15
Root E.V.	42	Раджабзода С.И.	18
Shchevnikov D.M.	53	Раджабзода С.И.	16
Shelukho E.R.	51	Рахимджанова М.Б.	40
Syrbu S.A.	48	Роот Е.В.	42
Vakulenko S.I.	27	Салимова Т.А.	44
Vasilevsky S.F.	28	Санчес-Пиментель А.П.	45
Yakhvarov D.G.	22	Сухбатуллоева М. И.	47
Yarovaya O.I.	21	Сырбу С.А.	48
Ziyadullaev O.E.	10	Федоров А.Ю.	20
Zlotsky S.S.	29	Чаплыгина А.Ю.	50
Абаев В.Т.	24	Шерстнева О.А.	52
Аннадурдыева С.	25	Щевников Д.М.	53
Бахтиярова Ю.В.	7	Яровая О.И.	21
Берганаева Г.Е.	6	Яхваров Д.Г.	22
Бондарев В.Л.	26		
Вакуленко С.И.	27		
Василевский С.Ф.	28		
Данагулян Г.Г.	9		
Зиядуллаев О.Э.	10		
Злотский С.С.	29		
Ибраева И.Г.	11		
Карпенкова В.И.	30		
Краснокутская Е.А.	31		



# GRAULAB

ЛАБОРАТОРНАЯ МЕБЕЛЬ

- ▶ 19 лет опыта в области оснащения лабораторий
- ▶ Комплексные решения от проекта до сборки
- ▶ Сделаем всю бумажную работу за вас
- ▶ Готовность к нестандартным решениям
- ▶ Подробное техническое описание
- ▶ Опыт работы с 44 и 223 ФЗ
- ▶ Оперативное взаимодействие
- ▶ Выгодная логистика
- ▶ Бесплатные 2D и 3D проекты



8-961-096-00-70



info@graulab.ru



graulab.ru

# LABSPACE®

ЛАБОРАТОРНОЕ ПРОСТРАНСТВО БУДУЩЕГО

## ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ Россия, Китай, Европа

- Подбор оборудования
- Участие в тендерах
- Проведение ПНР
- Предоставление гарантии
- Сервисное обслуживание
- Склады в Москве и Томске



## ПРОЦЕСС-ТЕРМОСТАТЫ Эксклюзивный дистрибьютор **SCIENTZ**



- Технический консалтинг
- Экспертный подход
- Комплектация под задачу: теплоносители, шланги, реакторы
- Индивидуальные проекты
- Гарантия 2 года
- Сервисный центр в России

Мы стремимся быть надежным партнером и обеспечивать качественный клиентский сервис



8 (800) 600 59 64  
[labspace@labspace.pro](mailto:labspace@labspace.pro)  
[labspace.pro](http://labspace.pro)



## НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЁР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ



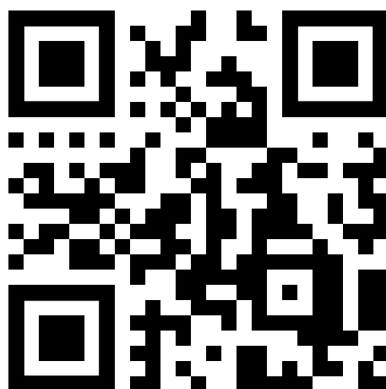
### ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ

Анализируем задачи вашей лаборатории и подбираем аналитическое и лабораторное оборудование, которое помогает их решить



### СЕРВИСНАЯ СЛУЖБА

Команда сертифицированных производителями сервисных инженеров проводит запуск, настройку, плановое обслуживание и ремонт оборудования





# АКСЕЛЬФАРМ

ДИСТРИБЬЮТОРСКИЕ УСЛУГИ  
ПОЛНОГО ЦИКЛА



АНАЛИЗ ПОТРЕБНОСТЕЙ РЫНКА



ДИВЕРСИФИЦИРОВАННЫЙ ПОРТФЕЛЬ  
ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ



ПАРТНЁРСТВО С ВЕДУЩИМИ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ



РАЗВИТАЯ ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СЕТЬ

## ПАРТНЁРЫ

Jenquro



ОНКОТАРГЕТ



123242, Г. МОСКВА,  
ПЕРЕУЛОК КАПРАНОВА, ДОМ 3, СТР. 3,  
БЦ «ПРЕМЬЕР ПЛАЗА»



+7(495)6019135



INFO@AXELPHARM.RU



WWW.AXELPHARM.RU



## Комплексные решения для аналитических и производственных лабораторий

Оснащение лабораторий аналитическим оборудованием и мебелью

Собственная действующая аналитическая лаборатория, выполняющая постановку методик под задачи заказчиков

Поставка расходных материалов и комплектующих к оборудованию

Собственная разработка и производство весового и общелабораторного оборудования, а также элементов блочных ВЭЖХ

Программа апробации приборов на территории заказчика и в лаборатории «Лабконцепт»

Учебный центр (образовательная лицензия № 035-01271-78/00176625)

Собственная разработка специализированного ПО для управления аналитическими приборами и сбором данных – Space CDS

Пусконаладка, сервис и ремонт оборудования разных производителей (в т.ч. ушедших с рынка РФ)

Открытые мастер-классы, семинары и вебинары

- ✓ Жидкостная и газовая хроматография,
- ✓ Масс-спектрометрия,

- ✓ Спектральный анализ,
- ✓ Элементный анализ,

- ✓ Электрохимия,
- ✓ Пробоподготовка.



**labconcept.ru**

**Санкт-Петербург**  
☎ +7 (812) 327-37-00  
✉ lc@labconcept.ru

**Москва**  
☎ +7 (495) 136-21-74  
✉ msk@labconcept.ru

**Нижний Новгород**  
☎ +7 (831) 228-80-02  
✉ op\_nn@labconcept.ru

**Уфа**  
☎ +7 (347) 246-23-97  
✉ op\_yfa@labconcept.ru

**Казань**  
☎ +7 (843) 205-48-85  
✉ op\_kzn@labconcept.ru

**Владивосток**  
☎ +7 (423) 230-22-23  
✉ op\_dv@labconcept.ru

**Екатеринбург**  
☎ +7 (343) 382-40-01  
✉ op\_ekb@labconcept.ru