

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.092.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
ИМ. Н.Д. ЗЕЛИНСКОГО РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 08.10.2025 г. № 43

О присуждении Лукоянову Александру Александровичу (гражданину Российской Федерации) ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Реакция [3+2]-циклоприсоединения циклических нитронатов к аринам как новый путь к синтезу N-O гетероциклов» по специальности 1.4.3. (органическая химия) принята к защите 25 июня 2025 г., протокол № 31 диссертационным советом 24.1.092.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук (ИОХ РАН), утвержденного решением ВАК Минобрнауки РФ (приказ №105/нк от 11 апреля 2012 года). Деятельность совета возобновлена 24 сентября 2021 года в соответствии с приказом № 964/нк.

Соискатель Лукоянов Александр Александрович 1998 года рождения, в 2021 году с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева» по направлению подготовки 04.04.01 «Химия», диплом магистра с отличием номер 107731 0505186, регистрационный номер 1184, дата выдачи 5 июля 2021 г.

В период подготовки диссертации обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук (ИОХ

РАН) с 20.09.2021 по 20.09.2025, выдана справка об обучении № 11 от 11 июня 2025 г.

Кандидатские экзамены по истории и философии науки (хорошо), английскому языку (отлично) и органической химии (отлично) сданы. В настоящее время работает младшим научным сотрудником в Лаборатории органических и металл-органических азот-кислородных систем №9 ИОХ РАН.

Диссертация выполнена в Лаборатории органических и металл-органических азот-кислородных систем №9 ИОХ РАН, **научный руководитель** — ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией органических и металл-органических азот-кислородных систем №9, доктор химических наук Сухоруков Алексей Юрьевич.

Официальные оппоненты:

Зубков Фёдор Иванович, доктор химических наук, профессор кафедры органической химии факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения Высшего образования Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН);

Ларионов Владимир Анатольевич, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий Лабораторией стереонаправленного синтеза биоактивных соединений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова (ИНЭОС РАН)

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» (ФГБУ ВО СКФУ) в своем **положительном заключении**, подписанном Аксеновой Инной Валерьевной (д.х.н., проф.) указала, что диссертационная работа Лукоянова А.А. по актуальности, научной и практической значимости, достоверности полученных результатов и

обоснованности выводов соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук в соответствии с пунктами 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции), а ее автор, Лукоянов Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 — Органическая химия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью тематик научных работ: диссертационная работа относится к областям органического синтеза, химии гетероциклических соединений и азот-кислородных систем.

На автореферат поступило 2 положительных отзыва: от д.х.н. Колдобского Андрея Борисовича (ведущий научный сотрудник лаборатории тонкого органического синтеза № 109 ИНЭОС РАН им. А.Н. Несмеянова), д.х.н., проф. АН РТ Газизова Альмира Сабировича (ведущий научный сотрудник лаборатории элементоорганического синтеза им. А. Н. Пудовика Института органической и физической химии им. А. Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ).

Изложенные в отзывах замечания по работе не носят принципиального характера, относятся к оформлению автореферата, а также имеются вопросы по механизмам некоторых превращений. Все недостающие в автореферате сведения содержатся в тексте диссертации и публикациях по теме диссертации.

В дискуссии приняли участие: д.х.н., профессор РАН, Вацадзе Сергей Зурабович (заведующий лабораторией супрамолекулярной химии № 2 ИОХ РАН), д.х.н. проф. Веселовский Владимир Всеволодович (главный научный сотрудник лаборатории тонкого органического синтеза им. И.Н. Назарова № 11 ИОХ РАН), д.х.н., член-корр. РАН Громов Сергей Пантелеймонович (руководитель Центра фотохимии РАН), к.х.н. Смирнов Владимир Ольгердович (младший научный сотрудник лаборатории функциональных

элементоорганических соединений № 133 ИНЭОС РАН), д.х.н., академик РАН Егоров Михаил Петрович (научный руководитель ИОХ РАН, заведующий лабораторией химии карбенов и других нестабильных молекул №1), д.х.н. Самет Александр Викторович (ведущий научный сотрудник лаборатории медицинской химии № 17 ИОХ РАН), д.х.н. Баранин Сергей Викторович (ведущий научный сотрудник Лаборатории карбоциклических соединений № 10 ИОХ РАН), д.х.н. Старосотников Алексей Михайлович (ведущий научный сотрудник Лаборатории ароматических азотсодержащих соединений № 18 ИОХ РАН).

Соискатель имеет **9 публикаций**, в том числе **9 опубликованных работ по теме диссертации**, из которых **4 статьи в рецензируемых журналах** и **5 тезисов на всероссийских и международных конференциях**.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Lukoyanov A.A.** Recent advances in the synthesis of 1,2-benzisoxazoles and 1,2-benzisoxazolines / A.A. Lukoyanov, A.Yu. Sukhorukov, A.A. Tabolin // Targets Heterocycl. Chem. – 2025 – Т. 28 – С. 67.
2. **Lukoyanov A.A.** 3-Halo-5,6-dihydro-4*H*-1,2-oxazine *N*-oxides as synthetic equivalents of unsaturated nitrile oxides in the [3 + 2]-cycloaddition with arynes: synthesis of substituted 3-vinyl-1,2-benzisoxazoles / A.A. Lukoyanov, S.A. Aksenova, A.A. Tabolin, A.Yu. Sukhorukov // Org. Biomol. Chem. – 2024 – Т. 22, № 18 – С. 3615–3621.
3. **Lukoyanov A.A.** Nitronate-aryne cycloaddition as a concise route to stereochemically complex fused benzisoxazolines and amino alcohols / A.A. Lukoyanov, A.A. Tabolin, Y.V. Nelyubina, S.A. Aksenova, A.Yu. Sukhorukov // Org. Biomol. Chem. – 2023 – Т. 21, № 18 – С. 3871–3880.
4. **Lukoyanov A.A.** Deoxygenative Arylation of 5,6-Dihydro-4*H*-1,2-oxazine- *N*-oxides with Arynes / A.A. Lukoyanov, A.A. Tabolin, Y.V. Nelyubina, S.L. Ioffe, A.Yu. Sukhorukov // J. Org. Chem. – 2022 – Т. 87, № 10 – С. 6838–6851.

ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Установлено, что реакция циклических нитронатов с аринами протекает как 1,3-диполярное циклоприсоединение, происходящее, в отличие от родственных нитронов и нитрилоксидов, с высокой хемо-, регио- и диастереоселективностью.

Показано, что характер замещения при атоме С(3) исходного *N*-оксида влияет на стабильность возникающих первичных циклоаддуктов, что определяет конечный результат реакции.

Установлено, что в случае незамещенных по атому С-3 и 3-галоген-замещенных нитронатов реакция не останавливается на стадии образования циклоаддуктов, а протекает с разрывом одной связи азот-кислород. Для С-3 незамещенных субстратов характерно расщепление N-O связи изоксазолинового (пятичленного) цикла образующегося аддукта, что приводит к гетероциклической системе 5,6-дигидро-4*H*-1,2-оксазина. При реакции с аринами 3-галоген-замещенных *N*-оксидов первоначальный циклоаддукт претерпевает дегалогенирование и разрыв N-O связи 5,6-дигидро-2*H*-1,2-оксазинового (шестичленного) цикла путем реакции ретро-[4+2]-циклоприсоединения, приводя к замещенным бензизоксазолам.

Разработан метод синтеза широкого круга азот-кислород содержащих соединений (трициклических нитрозоацеталей, 3-арил-5,6-дигидро-4*H*-1,2-оксазинов и 3-винил-1,2-бензизоксазолов), исходя из нитроолефинов и коммерчески доступных предшественников аринов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Изучена не описанная ранее реакция [3+2]-циклоприсоединения циклических нитронатов с *in situ* генерируемыми аринами, позволяющая получать азот-кислородные гетероциклы различного строения.

На основании экспериментальных, а также расчетных данных **предложен** механизм изучаемой реакции, позволяющий предсказать, в каком случае будет наблюдаться образование ожидаемых нитрозоацеталей, либо продуктов их дальнейших перегруппировок.

Определены факторы, оказывающие непосредственное влияние на результат реакции циклических нитронатов с аринами, что позволяет осуществлять направленный синтез необходимой гетероциклической системы.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы:

- ЯМР-спектроскопия;
- масс-спектрометрия высокого разрешения;
- рентгеноструктурный анализ;
- традиционные экспериментальные методики органической химии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

С использованием реакции диполярного циклоприсоединения циклических нитронатов к аринам были **разработаны** методы синтеза азот-кислород содержащих гетероциклов различного строения (бензаннелированные трициклические нитрозоацетали, 3-арил-5,6-дигидро-4*H*-1,2-оксазины и 3-винил-1,2-бензизоксазолы). При этом, синтез заданной гетероциклической системы достигается путем несложной вариации строения исходного *N*-оксида.

Показано, что полученные в результате исследуемой реакции 5- и 6-членные азот-кислородные гетероциклы, а также продукты их дальнейших трансформаций (в частности, 1,3- и 1,4-аминоспирты) имеют перспективу применения в медицинской и других областях органической химии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Экспериментальные работы выполнены на высоком уровне, анализ полученных продуктов проводился на сертифицированном оборудовании. Для подтверждения строения и чистоты полученных продуктов **использован** комплекс современных физико-химических методов анализа, таких как спектроскопия ЯМР на ядрах ^1H , ^{13}C , ^{19}F , 2D-корреляционная спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, масс-спектрометрия высокого разрешения. Использованы современные системы сбора и обработки научно-технической информации: электронные базы данных Reaxys (Elsevier), SciFinder (Chemical Abstracts Service) и Web of Science (Thomson Reuters), а также полные тексты статей, монографий и книг.

Теоретическая интерпретация полученных экспериментальных данных не противоречит литературным данным по химии гетероциклических соединений и нитросоединений.

Личный вклад соискателя состоял в поиске, анализе и обобщении научной информации по тематике исследования, планировании и выполнении описанных в диссертации химических экспериментов, выделении и очистке образующихся соединений. Диссертант принимал непосредственное участие в установлении строения полученных продуктов с помощью физико-химических и спектральных методов анализа, обрабатывал и интерпретировал полученные результаты. Соискатель осуществлял апробацию работ на конференциях и подготовку публикаций по выполненным исследованиям.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача, имеющая принципиальное значение для органической химии, а именно изучена реакционная способность циклических нитронатов с таким источником напряженной кратной связи, как арины. Продемонстрировано влияние характера замещения при атоме C(3) исходного N-оксида на путь реакции, и, на основании этого разработана новая стратегия конструирования три- и тетрациклических

бензизоксазолинов с заданной стереохимией, 3-винил-1,2-бензизоксазолов и 3-арил-5,6-дигидро-4Н-1,2-оксазинов.

Таким образом, диссертационная работа соответствует критериям, установленным в п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), и диссертационный совет принял решение присудить Лукоянову Александру Александровичу учёную степень кандидата химических наук по специальности 1.4.3. — органическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 11 докторов наук по специальности 1.4.3 — органическая химия рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 17, против присуждения учёной степени нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета

Научный руководитель ИОХ РАН,

Академик РАН

М.П. Егоров

Ученый секретарь

диссертационного совета д.х.н.

Г.А. Газиева

Подписи М.П. Егорова и Г.А. Газиевой заверяю

Ученый секретарь ИОХ РАН



И.К. Коршевец

8 октября 2025 г.