

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 10.12.2025 г. № 61

О присуждении Федоренко Алексею Константиновичу (гражданину Российской Федерации) ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Деароматизация высокоэлектрофильных пиридинов с использованием реакций (3+2)-, (4+2)-циклоприсоединения и нуклеофильного присоединения» по специальности 1.4.3. (органическая химия) принята к защите 8 октября 2025 г., протокол № 45 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 Федоренко Алексей Константинович 1997 года рождения в 2021 году с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия», номер диплома ААТ 2800901, регистрационный номер 04v-0164-11w, дата выдачи 30 июня 2021 г.

В период подготовки диссертации обучался в очной аспирантуре ФГБУН ИОХ РАН им. Н.Д. Зелинского по направлению подготовки 1.4.3.

«Органическая химия» с 20.09.2021 по 19.09.2025, справка об обучении №14
выдана 17 сентября 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
ароматических азотсодержащих соединений № 18 ИОХ РАН.

Диссертация выполнена в Лаборатории ароматических азотсодержащих
соединений № 18 ИОХ РАН, **научный руководитель** — старший научный
сотрудник Лаборатории ароматических азотсодержащих соединений № 18,
кандидат химических наук Бастраков Максим Александрович.

Официальные оппоненты:

Абаев Владимир Таймуразович, доктор химических наук, профессор,
заведующий кафедрой органической химии факультета химии, биологии и
биотехнологии ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный
университет имени К. Л. Хетагурова».

Бажин Денис Назарович, кандидат химических наук, старший научный
сотрудник Лаборатории фторорганических соединений ФГБУН Институт
органического синтеза им. И.Я. Постовского РАН, дали **положительные
отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский
федеральный университет» в своем **положительном заключении**,
подписанном Аксеновой Инной Валерьевной (доктор химических наук,
профессор, заведующий кафедрой физической химии химического
факультета), указала, что диссертационная работа Федоренко А.К. 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, Федоренко Алексей Константинович, 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 и химии гетероциклических соединений.

На автореферат поступило пять положительных отзывов: от д.х.н., профессора Атрощенко Юрия Михайловича (директор ЦТП «Передовые химические и биотехнологии» ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет имени Л.Н. Толстого»), к.х.н. Зайцева Владимира Петровича (доцент кафедры органической химии факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»), к.х.н., доцента Кудрявцевой Татьяны Николаевны (руководитель научно-исследовательской лаборатории органического синтеза ФГБОУ ВО «Курский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ), к.х.н. Лапиной Юлии Тимофеевны (ведущий научный сотрудник отдела 20 АО «ФНПЦ Алтай») и д.х.н. Шишилова Олега Николаевича (профессор кафедры физической химии им. Я.К. Сыркина Института тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»).

Изложенные замечания по работе не носят принципиального характера, относятся к оформлению автореферата, также имеются вопросы по механизмам представленных превращений и использованным физико-химическим методам для установления структур полученных соединений.

Все недостающие в автореферате сведения содержатся в тексте диссертации и публикациях по теме диссертации.

В дискуссии приняли участие: д.х.н., ученый секретарь Гагиева Галина Анатольевна (в.н.с. лаборатории азотсодержащих соединений № 19 ИОХ РАН), д.х.н., профессор, чл.-корр. РАН Громов Сергей Пантелеймонович (руководитель центра фотохимии РАН), д.х.н., профессор Ракитин Олег Алексеевич (заведующий лабораторией полисераазотистых гетероциклических соединений № 31 ИОХ РАН), д.х.н., профессор Сухоруков Алексей Юрьевич (заведующий лабораторией органических и металл-органических азот-кислородных систем № 9 ИОХ РАН), д.х.н., профессор Абаев Владимир Таймуразович (заведующий кафедрой органической химии факультета химии, биологии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова»), д.х.н. Ферштат Леонид Леонидович (в.н.с., заведующий лабораторией азотсодержащих соединений № 19 ИОХ РАН).

Соискатель имеет **9 опубликованных статей** по теме диссертации в журналах, рекомендованных ВАК, **17 тезисов** на всероссийских и международных конференциях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Bastrakov M.A. Dearomatization of 3,5-dinitropyridines – an atom-efficient approach to fused 3-nitropyrrolidines / M.A. Bastrakov, A. Yu. Kucheroва, A.K. Fedorenko, A.M. Starosotnikov, I.V. Fedyanin, I.L. Dalinger, S. A. Shevelev // Arkivoc – 2017 – № 3 – С. 181 – 190.
2. Bastrakov M.A. Dearomative (3+2) cycloaddition of 2-substituted 3,5-dinitropyridines and N-methyl azomethine ylide / M.A. Bastrakov, A.K. Fedorenko, A.M. Starosotnikov, V.V. Kachala, S. A. Shevelev // Chem Heterocycl Comp – 2019 – № 55 – С. 72 – 77.
3. Бастраков М.А. Синтез 6-R-изоксазоло[4,3-b]пиридинов и их реакции с C-нуклеофилами / М.А. Бастраков, А.К. Федоренко, А.М. Старосотников

- // Известия Академии Наук. Серия химическая – 2020 – Т. 69, № 2 – С. 394 – 397.
4. Bastrakov M.A. Synthesis and Facile Dearomatization of Highly Electrophilic Nitroisoxazolo[4,3-b]pyridines / M.A. Bastrakov, A.K. Fedorenko, A.M. Starosotnikov, I.V. Fedyanin, V.A. Kokorekin // *Molecules* – 2020 – № 25 – С. 2194 – 2208.
 5. Bastrakov M.A. Nitropyridines as 2π -Partners in 1,3-Dipolar Cycloadditions with N-Methyl Azomethine Ylide: An Easy Access to Condensed Pyrrolines / M.A. Bastrakov, A.K. Fedorenko, A.M. Starosotnikov, A.Kh. Shakhnes // *Molecules* – № 26 – С. 5547 – 5555.
 6. Ivanova V.V. Synthesis and nucleophilic dearomatization of highly electrophilic [1,2,5]selenadiazolo[3,4-b]pyridines / V.V. Ivanova, A.K. Fedorenko, A.M. Starosotnikov, M.A. Bastrakov // *Russian Chemical Bulletin* – 2022 – Т. 71, № 8 – С. 1826 – 1829.
 7. Бастрakov М.А. Реакции высокоэлектрофильных 6,8-динитро[1,2,4]триазоло[1,5-а]пиридинов с С-нуклеофилами / М.А. Бастрakov, В.Г. Надыкта, А.К. Федоренко, А.М. Старосотников // *Известия Академии Наук. Серия химическая* – 2023 – Т. 72, № 4 – С. 960 – 966.
 8. Fedorenko A.K. A New Efficient Method for the Synthesis of Fused [1,2,5]Thiadiazoles and Their Dearomatization with C-Nucleophiles / A.K. Fedorenko, V.V. Ivanova, M.E. Minyaev, M.A. Bastrakov, A.M. Starosotnikov // *ChemistrySelect* – 2023 – Т. 8 № 43 – DOI: 10.1002/slct.202303122.
 9. Fedorenko A.K. Synthesis of new [1,2,5]chalcogenadiazoles fused with pyridine skeleton and their reactions with neutral C-nucleophiles / A.K. Fedorenko, V.V. Ivanova, A.M. Starosotnikov, M.E. Minyaev, M.A. Bastrakov // *Journal of Heterocyclic Chemistry* – 2025 – DOI: 10.1002/jhet.70053.

ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Реализован синтез широкой серии высокоэлектрофильных 3,5-динитро-2-*N*-,*O*-,*S*-замещенных пиридинов, а также 2,5-дизамещенных-3-нитропиридинов и изучена их реакционная способность в реакциях (3+2)-циклоприсоединения с нестабилизированным *N*-метилазометинилидом. Исследована зависимость влияния заместителей в пиридиновом кольце на направление реакции и на количественный и качественный состав образующихся продуктов, что делает данное превращение подходящим инструментом для направленной функционализации пиридинов.

Разработан метод синтеза новых производных тетрагидропиридина – продуктов реакции [4+2]-циклоприсоединения с 2,3-диметилбутадиеном, а также 1,4-дигидропиридинов – аддуктов реакций нуклеофильного присоединения на основе 6-*R*-изоксазоло[4,3-*b*]пиридинов. Обнаружена зависимость влияния заместителя в пиридиновом кольце на способность вступать в реакции деароматизации с нуклеофилами.

Разработан универсальный метод синтеза 6-*R*-[1,2,5]тиадиазоло[3,4-*b*]пиридинов на основе реакции *орто*-диаминов с S_2Cl_2 , применимость которого также была продемонстрирована для бензольных систем.

Предложен метод синтеза 1,4-дигидропиридинов на основе реакций нуклеофильного присоединения индолов и *CH*-кислот к 6-*R*-[1,2,5]селенадиазоло[3,4-*b*]пиридинам и 6-*R*-[1,2,5]тиадиазоло[3,4-*b*]пиридинам.

Установлено, что 6-нитро-[1,2,5]селенадиазоло[3,4-*b*]пиридин и 6-нитро-[1,2,5]тиадиазоло[3,4-*b*]пиридин могут вступать в реакции (3+2)-циклоприсоединения с нестабилизированным *N*-метилазометин-илидом с образованием производных тетрагидропиридинов.

Показано, что 7-нитро-[1,2,5]оксадиазоло[3,4-*c*]пиридин-3-оксид и 7-нитро-[1,2,5]селенадиазоло[3,4-*c*]пиридин существуют в виде аддуктов с

водой или метанолом, которые могут быть использованы в качестве эквивалентов исходных систем в реакциях с С-нуклеофилами.

Реализован синтез серии новых 6,8-динитро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиридинов, на основе которых могут быть синтезированы производные 1,2-дигидропиридинов посредством реакции нуклеофильного присоединения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Развито комплексное направление, охватывающее процессы деароматизации высокоэлектрофильных пиридинов с использованием реакций 1,3-диполярного циклоприсоединения, (4+2)-циклоприсоединения и присоединения нуклеофилов. Исследованы стереохимические особенности протекающих процессов, а также предложено их объяснение с использованием квантово-химических расчетов.

Реализованы новые подходы к синтезу ранее неизвестных функционализированных производных дигидропиридина и тетрагидропиридина на основе синтетически и коммерчески доступных высокоэлектрофильных пиридинов и азолопиридинов.

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;
- работа в инертной атмосфере с использованием абсолютных растворителей;
- квантово-химическое моделирование реакций.

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

Разработаны методы синтеза дигидропиридинов и тетрагидропиридинов, которые имеют большое значение для дизайна биологически активных соединений.

Показано, что предложенные в диссертационной работе подходы имеют общий характер и могут быть использованы для различных высокоэлектрофильных пиридиновых систем.

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 , 2D-корреляционная спектроскопия, масс-спектрометрия высокого разрешения, рентгеноструктурный анализ. Используются 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 в области химии гетероциклических соединений и базируется на квантово-химических расчетах.

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 написание 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 развиты новые подходы к синтезу функционализированных производных дигидропиридина и тетрагидропиридина, являющихся важными классами соединений для органической и медицинской химии, на основе синтетически и коммерчески доступных высокоэлектрофильных пиридинов и азолопиридинов.

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 Федоренко Алексею Константиновичу учёную степень кандидата химических наук по специальности 1.4.3. — органическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 13 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 18, 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

10 декабря 2025 г.