



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»
(ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Большая Садовая ул., д. 105/42, г. Ростов-на-Дону, 344006. Тел.: (863) 218-40-00; (8634) 680-890; факс (863) 263-87-23
e-mail: info@sfnedu.ru; www.sfnedu.ru ОКПО 02069148; ОГРН 1026103165241; ИНН/КПП 6163027810/616301001

05.11.2025. № 48.02-10/2025

На № _____ от _____

Председателю диссертационного совета
24.1.092.01, созданного на базе
федерального государственного бюджетного
учреждения науки Институт органической
химии им. Н.Д. Зелинского Российской
академии наук
Академику РАН

М.П. ЕГОРОВУ

Уважаемый Михаил Петрович!

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» выражает свое согласие выступить в качестве ведущей организации по диссертации Никольского Владислава Владимировича на тему: «Синтез азолопиридинов на основе реакций нуклеофильного ароматического замещения нитрогруппы в 3-нитропиридинах», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия и предоставить отзыв в диссертационный совет в установленном порядке.

В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2006 г. N2 152 - ФЗ «О персональных данных» настоящим даем согласие на обработку данных об организации в целях включения в аттестационное дело соискателя для защиты диссертации.

Также даем согласие на размещение полного текста отзыва на диссертацию и сведений о ведущей организации на сайте (портале) университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Приложение: сведения о ведущей организации.

Первый проректор

Буров Олег Николаевич
8 (863) 297-51-51



А.В. Метелица

Сведения о ведущей организации

федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» по диссертационной работе Никольского Владислава Владимировича выполненной на тему «Синтез азолопиридинов на основе реакций нуклеофильного ароматического замещения нитрогруппы в 3-нитропиридинах», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия (химические науки)

Полное наименование организации	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»
Сокращенное наименование организации	ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»
Организационно-правовая форма организации	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Ведомственная принадлежность	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Почтовый индекс, адрес организации	344006 г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42.
Телефон	+7-863-305-19-90
Адрес электронной почты	info@sfedu.ru
Руководитель организации	Шевченко Инна Константиновна
Наименование профильного структурного подразделения, занимающегося проблематикой диссертации	Кафедра химии природных и высокомолекулярных соединений химического факультета
Сведения о лице, утверждающем отзыв ведущей организации	Первый проректор Метелица Анатолий Викторович, доктор химических наук, старший научный сотрудник
Сведения о составителе отзыва из ведущей организации	Буров Олег Николаевич, кандидат химических наук, доцент кафедры химии природных и высокомолекулярных соединений химического факультета
Список основных публикаций в рецензируемых изданиях, монографии, учебники за последние пять лет по теме диссертации (не более 15 публикаций)	

- 1) Couty F., Burov O.N., Kletskii M.E., Lisovin A.V., Wright K., Drouillat B., Kurbatov S.V. Theoretical investigation of von Braun and von Braun-like reactions // *Int. J. Quantum Chem.* – **2020**. – T. 120. – № 3. – e26088.
- 2) Suzdalev K.F., Vyalyh J.V., Tkachev V.V., Lysenko E.A., Burov O.N., Lisovin A.V., Kletskii M.E., Kurbatov S.V. Lithium-Promoted Cycloaddition of Indole-2,3-dienolates and Carbon Disulfide as a One-Pot Route to Thiopyrano[4,3-b]indole-3(5H)-thiones // *Journal of Organic Chemistry*. – **2021**. – T. 86. – C. 11698-11707.
- 3) Suzdalev K.F., Vyalyh J.V., Tkachev V.V., Burov O.N., Lisovin A.V., Kletskii M.E., Borodkin G.S., Kurbatov S.V., Lysenko E.A. Alkyne–thiocarbonyl metathesis instead of Diels–Alder addition: Coupling of thiopyrano[4,3-b]indole-3(5H)-thiones and dimethyl acetylenedicarboxylate // *Tetrahedron*. – **2022**. – T. 112. – 132751.
- 4) Suzdalev K.F., Gazizova J.V., Tkachev V.V., Kletskii M.E., Lisovin A.V., Burov O.N., Steglenko D.V., Kurbatov S.V., Shilov G.V. Domino reactions of thiopyrano[4,3-b]indole-3(5H)-thiones and dimethyl acetylenedicarboxylate: Quantum chemical investigation and experiment // *Journal of Sulfur Chemistry*. – **2022**. – T. 44. – № 2. – C. 248-259
- 5) Burov O.N., Kletskii M.E., Kurbatov S.V., Lisovin A.V., Fedik N.S. Mechanisms of nitric oxide generation in living systems. // *Nitric Oxide - Biology and Chemistry* – **2022**. – T. 118. – C. 1-16.
- 6) Zagrebaev A.D., Burov O.N., Kletskii M.E., Kurbatov S.V. A Reaction of Berberine with Amides in Alkaline Media: An Experimental and Quantum-Chemical Study // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – **2022**. – T. 58. – № 6-7. – C. 363-367.
- 7) Demekhin O.D., Burov O.N., Kletskii M.E., Lisovin A.V., Kurbatov S.V., Bereznyak E.A., Trishina A.V. New 13-vinyl derivatives of berberine: synthesis and characterization // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – **2022** – T. 58. – № 2-3. – C. 144-152.
- 8) Zagrebaev A.D., Burov O.N., Kletskii M.E., Lisovin A.V., Kurbatov S.V., Demekhin O.D. The Synthesis and Investigation of New Electroneutral Berberine

Derivatives // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – 2022. – Т. 58. – № 1. – С. 45-57.

9) Demekhin O.D., Burov O.N., Kletskii M.E., Kurbatov S.V., Bereznyak E.A., Trishina A.V. A Structural Modification of Berberine Using CH Acids and Ethoxyethylenes Based on Them. // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – 2022. – Т. 58. – № 11. – С. 621–627.

10) Popov A.A., Dryapak A.N., Burov O.N., Kletskii M.E., Zagrebaev A.D., Tkachuk A.V., Kurbatov S.V., Aleshukina A.V., Goloshova E.V., Markova K.G., Berezinskaya I.S. An azo coupling of berberine derivatives: an experimental and quantum-chemical study // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – 2023. – Т. 59. – № 8. – С. 604–609.

11) Suzdalev K.F., Gazizova J.V., Tkachev V.V., Kletskii M.E., Lisovin A.V., Burov O.N., Steglenko D.V., Kurbatov S.V., Shilov G.V. Domino reactions of thiopyrano [4, 3-b] indole-3 (5 H)-thiones and dimethyl acetylenedicarboxylate: Quantum chemical investigation and experiment // *Journal of Sulfur Chemistry*. – 2023. – Т. 44. – № 2. – С. 248–259.

12) Zagrebaev A.D., Butova V.V., Guda A.A., Chapek S.V., Burov O.N., Kurbatov S.V., Soldatov A.V. Optimal synthesis conditions for NBF-modified 8, 13-dihydroberberine derivatives. *New Journal of Chemistry*. – 2024. – Т. 48. – №1. – С. 268-280.

13) Gulevskaya A.V., Pozharskii A.F., Filatova E.A., Burov O. N., Kletskii M. E., Kurbatov S. V. The chemistry of heterocycles in the 21st century // *Russian Chemical Reviews*. – 2024. – Т. 93. – № 7. – RCR5125.

14) Kletskii M.E., Suzdalev K.F., Lisovin A.V., Lysenko E.A., Burov O.N., Kurbatov S.V. Cycloaddition or Metathesis: Selectivity in a Series of Indole-2,3-Quinodimethane Derivatives // *Journal of Heterocyclic Chemistry*. – 2025. – Т. 62. – № 9. – С. 832-847.

Первый проректор



А.В. Метелица

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» старший научный сотрудник



А.В. Метелица

2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации — Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» на диссертационную работу Никольского Владислава Владимировича на тему: «Синтез азолопиридинов на основе реакций нуклеофильного ароматического замещения нитрогруппы в 3-нитропиридинах», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. - Органическая химия.

Азолопиридины, представляют собой конденсированные системы на основе пиридина и азолов, они являются важным классом гетероциклических соединений, демонстрирующих широкий спектр биологической активности. Производные азолопиридинов находят применение в качестве противомикробных, противовирусных и противоопухолевых агентов. Несмотря на существующие методы их синтеза, поиск новых, более эффективных и селективных подходов к построению азолопиридинового каркаса, особенно с возможностью тонкого управления заместителями, остается актуальной и практически значимой задачей современной органической и медицинской химии. Диссертационная работа Никольского В.В. направлена на решение этой задачи путем разработки методологии, основанной на реакциях нуклеофильного ароматического замещения (S_NAr) неактивированной нитрогруппы в доступных 3-нитропиридинах действием анионных *O,N,S*-нуклеофилов. Кроме того, обнаружена и изучена конкуренция между замещением нитрогруппы и нуклеофильным присоединением в случае амбидентных нуклеофилов, таких как фенолы, индолы и енолы. На основе данной

реакции был синтезирован ряд труднодоступных 2-замещенных-1,2- и 4-замещенных-1,4-дигидропиридинов.

Диссертационная работа Никольского В.В. имеет традиционную структуру и состоит из введения, обзора литературы, обсуждения результатов, экспериментальной части, выводов и списка литературы. Материал диссертации изложен на 200 страницах, включая 102 схемы, 13 рисунков и 10 таблиц. Библиографический список включает 98 наименований, отражающих современное состояние темы.

Во введении автор четко обосновывает актуальность исследования, формулирует его цель, задачи, а также положения, выносимые на защиту, подчеркивает научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы.

В литературном обзоре, представленном на 72 страницах и содержащем 85 ссылки на российские и зарубежные источники, проведен глубокий анализ современных методов синтеза азолопиридинов, в частности, на основе реакций нуклеофильного замещения в пиридиновых системах. Рассмотрены как классические подходы, так и последние достижения в этой области. Литературный обзор последовательно рассматривает основные методы синтеза азаиндолов, пиазолопиридинов, изоксазолопиридинов, имидазопиридинов и триазолопиридинов и демонстрирует хорошее понимание автором предметной области, позволяя идентифицировать ниши для проведения собственных оригинальных исследований, что и было успешно реализовано в диссертации.

Обсуждение результатов включает три логически связанных раздела. В первом разделе подробно описана оптимизация условий реакции S_NAr для ряда 3-нитропиридинов с азот-, кислород- и серосодержащими нуклеофилами. Автор провел скрининг условий, температурных режимов и установил оптимальные, позволяющие получать целевые 3-азазолопиридины с высокими и умеренными выходами. Показано, что нитрогруппа в положении 3 пиридинового кольца обладает высокой реакционной способностью в реакциях S_NAr , что эффективно используется для конструирования гетеробикаклических систем.

Из наиболее значимых научных результатов можно отметить следующие.

1. Разработаны новые подходы к синтезу азолопиридинов на основе реакций нуклеофильного замещения нитрогруппы в 3-нитропиридинах.

2. Проведено систематическое изучение реакций нуклеофильного замещения нитрогруппы в 3-нитропиридинах на анионные *O,N,S*-нуклеофилы. Исследовано влияние различных факторов на протекание реакции. В случае несимметричных 2-замещенных 3,5-динитропиридинов диссертантом показано преимущественное замещение нитрогруппы в положении 3.

3. Диссертантом установлено, что реакция 5-R-3-нитропиридинов с амбидентными анионами различной природы приводит к образованию новых 2-арил-1,2-дигидропиридинов и продуктов их ароматизации.

4. Изучены спектры оптического поглощения и флуоресценции ряда 2-арилвинилпиридинов и обнаружена зависимость между природой заместителей в положениях 2 и 5 на положение максимума поглощения.

5. Разработана универсальная *one-pot* методика синтеза 1-арил-1H-пиразоло[4,3-*b*]пиридинов и предположен механизм реакции, включающий внутримолекулярную миграцию ацетильной группы.

6. Разработан новый метод синтеза изоксазоло[4,5-*b*]пиридинов на основе внутримолекулярного нуклеофильного замещения нитрогруппы в 3-нитропиридинах, содержащих оксимный фрагмент. Было обнаружено, что гидразоны 2-формилизоксазоло[4,5-*b*]пиридинов легко вступают в перегруппировку Болтона-Катрицкого, позволяя получить труднодоступные 2-(2-арил-2H-1,2,3-триазол-4-ил)пиридины с высокими выходами.

7. Разработаны *one-pot* методики получения 2-арил-2H-пиразоло[4,3-*b*]пиридинов и пирроло[2,3-*c*]пиридинов с использованием реакции нуклеофильного замещения азидом натрия в 3-нитропиридинах с последующим термолизом азидогруппы.

Экспериментальная часть работы содержит исчерпывающие описания методик синтеза всех целевых соединений и промежуточных продуктов. Для идентификации и установления структур использован комплекс современных физико-химических методов, включая ЯМР ^1H и ^{13}C , ИК-спектроскопию и HRMS-

спектрометрию. Достоверность ключевых структур подтверждена данными рентгеноструктурного анализа.

Основное содержание диссертационного исследования изложено в 5 публикациях в ведущих международных рецензируемых журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК. Результаты работы были представлены на 8 российских и международных конференциях. Публикационный актив и его уровень убедительно свидетельствуют о высокой научной квалификации автора.

Научная новизна проведенного исследования не вызывает сомнений. Впервые систематически изучена реакционная способность нитрогруппы в положении 3 пиридинового кольца в реакциях S_NAr с нуклеофилами различной природы. На этой основе разработаны эффективные и удобные методы направленного синтеза широкого спектра ранее труднодоступных азолопиридинов, включая пиразоло-, изоксазоло-, пирроло-пиридины. Показана возможность последующей функционализации полученных соединений для построения сложных полициклических структур.

Теоретическая значимость работы заключается в углублении представлений о реакционной способности нитропиридинов и механизмах реакций нуклеофильного замещения в гетероароматических системах. **Практическая значимость** определяется разработкой новых, эффективных методов синтеза биологически активных гетероциклов, которые могут быть востребованы в фармацевтической химии и материаловедении.

Автореферат диссертации адекватно и полно отражает основное содержание работы.

Детальное ознакомление с диссертацией, авторефератом и публикациями автора позволяет сделать вывод о их полном взаимном соответствии и о том, что поставленные цель и задачи исследования успешно решены. К представленной диссертационной работе В.В. Никольского возникли следующие вопросы и замечания, носящие уточняющий и рекомендательный характер:

1. Диссертантом проделана большая работа по установлению строения интермедиатов и продуктов. Однако, для некоторых ключевых и необычных превращений (например, миграции ацильной группы в синтезе пиразолопиридинов) предложенные механизмы носят, по признанию самого автора, предположительный характер. Для их подтверждения было бы целесообразно провести дополнительные кинетические исследования или квантово-химические расчеты (DFT-моделирование).
2. В работе заявлена практическая значимость полученных соединений, однако их потенциальные свойства (биологическая активность, квантовые выходы флуоресценции) лишь обозначены, но не изучены целенаправленно. В качестве рекомендации, выделение наиболее перспективных структур и проведение их биологического скрининга или углубленного фотофизического исследования могли бы существенно усилить практическую ценность работы
3. В работе основное внимание уделено азот- и серусодержащим нуклеофилам. Проводились ли предварительные эксперименты по взаимодействию 2-R-3-нитропиридинов с C-нуклеофилами, например, с енолями, для создания углерод-углеродной связи?
4. В разделе «Обсуждение результатов» приведены высококачественные рентгеноструктурные данные, что является большим достоинством работы. Вместе с тем, для ряда ключевых новых соединений, синтезированных в рамках задач работы (например, некоторых 1,2-дигидропиридинов), спектральные характеристики (^1H и ^{13}C ЯМР) в экспериментальной части приведены выборочно. Их полное приведение для всех новых соединений способствовало бы лучшей воспроизводимости результатов.
5. При обсуждении региоселективности замещения в несимметричных динитропиридинах выводы сделаны на основании данных ЯМР ^1H - ^1H NOESY. Для большей убедительности можно было бы привести более наглядные данные, например, спектры ^{15}N ЯМР для различения изомерных азидопроизводных или дополнительные рентгеноструктурные анализы для пары изомеров 14/15.

Вышеуказанные замечания носят частный характер, не снижают общей высокой оценки выполненной работы и не ставят под сомнение значимость и достоверность полученных научных результатов.

Диссертация Никольского В.В. представляет собой завершенное научное исследование, в котором содержится решение актуальной научной проблемы. Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 1.4.3. – Органическая химия (химические науки), а именно направлениям «Разработка новых методов синтеза органических соединений», «Исследование взаимосвязи между строением и реакционной способностью органических соединений».

Результаты и положения диссертационного исследования могут быть использованы в учебном процессе в курсах лекций по органической и гетероциклической химии, а также рекомендованы для внедрения в научно-исследовательской работе в профильных научных учреждениях и вузах, таких как: химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН и других.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ввиду изложенного, можно утверждать, что диссертационная работа Никольского Владислава Владимировича «Синтез азолопиридинов на основе реакций нуклеофильного ароматического замещения нитрогруппы в 3-нитропиридинах» по совокупности полученных научных результатов, их актуальности, научной новизне и практической значимости полностью соответствует критериям, установленным в пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции).

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для развития методов синтеза гетероциклических соединений, а ее автор, Никольский Владислав Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. – Органическая химия (химические науки).

Отзыв подготовлен доцентом кафедры химии природных и высокомолекулярных соединений химического факультета, кандидатом химических наук по специальности 02.00.03 – Органическая химия, Буровым Олегом Николаевичем, обсужден и утвержден на заседании кафедры химии природных и высокомолекулярных соединений химического факультета ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», протокол № 2 – 2025-2026 от «7» ноября 2025 г.

Присутствовало на заседании: 12 человек.

Результаты голосования: «За» — 12 чел, «Против» — нет, «Воздержалось» — нет

Я, Буров Олег Николаевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.1.092.01 и их дальнейшую обработку в соответствии с требованием Министерства науки и высшего образования РФ

Кандидат химических наук (специальность 02.00.03 – Органическая химия), доцент химического факультета, заместитель заведующего кафедрой химии природных и высокомолекулярных соединений химического факультета ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Тел.: 8 (863) 297-51-51,

e-mail: onburov@sfedu.ru



Буров Олег Николаевич

07.11.2025

Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», химический факультет, кафедра химии природных и высокомолекулярных соединений.

Адрес организации: Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42,

Телефон организации: 8 (863) 305-19-90

Адрес электронной почты организации: info@sfedu.ru

Адрес официального сайта организации <http://www.sfedu.ru>



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»	
Личную подпись	Бурова О.Н.
ЗАВЕРЯЮ:	
Подписавший специалист по управлению персоналом	
«13»	11 2025 г.