

В диссертационный совет Д 24.1.092.01 при
Федеральном государственном бюджетном
учреждении науки
Институте органической химии
им. Н.Д. Зелинского (ИОХ РАН)
Д.х.н., академику Егорову М.П.

СОГЛАСИЕ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Я, Котовщиков Юрий Николаевич, кандидат химических наук, старший научный сотрудник Химического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, даю свое согласие выступить в качестве официального оппонента по диссертации Сидунца Юрия Алексеевича на тему: «Новые подходы к конструированию бигетероциклических производных фуроксана» 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 № 152-ФЗ «О персональных данных» настоящим даю согласие на обработку моих персональных данных в целях включения в аттестационное дело для защиты диссертации соискателя. Согласие распространяется на следующие персональные данные: фамилия, имя, отчество; ученая степень; ученое звание; шифр специальности, по которой защищена диссертация; место основной работы; должность; контактный телефон, e-mail; научные публикации.

Также подтверждаю, что даю согласие на размещение полного текста отзыва на диссертацию и сведений об официальном оппоненте на сайте (портале) Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://zioc.ru/events/novosti-dissertacionnyix-sovetov> с момента подписания настоящего согласия.

Приложение: сведения об официальном оппоненте
Кандидат химических наук, с.н.с.
кафедры органической химии
Химического факультета
МГУ имени М. В. Ломоносова



Ю. Н. Котовщиков



19 января 2026 г.

Сведения об официальном оппоненте
 по диссертации Сидунца Юрия Алексеевича
 «Новые подходы к конструированию бигетероциклических производных
 фуроксана» по специальности 1.4.3 – Органическая химия
 на соискание ученой степени кандидата химических наук

Фамилия, имя, отчество	Котовщиков Юрий Николаевич
Гражданство	РФ
Ученая степень, наименование отрасли наук, научных специальностей, по которым защищена диссертация	Кандидат химических наук. 02.00.03 – Органическая химия 02.00.08 – Химия элементоорганических соединений
Ученое звание	без ученого звания
Занимаемая должность	Старший научный сотрудник
Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	МГУ имени М.В. Ломоносова
Ведомственная принадлежность организации	Правительство Российской Федерации
Полное наименование кафедры	Органической химии
Почтовый индекс, адрес организации	119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3
Веб-сайт	http://www.chem.msu.ru/
Телефон	+7(495) 939-53-10
Адрес электронной почты	kotovshchikov@org.chem.msu.ru
Список основных публикаций в рецензируемых изданиях, монографии, учебники за последние пять лет по теме диссертации (не более 15 публикаций)	<ol style="list-style-type: none"> Galashev, R. N. Chemodivergent Pd-Catalyzed Cyanation of 5-Iodo-1,2,3-triazoles / R. N. Galashev, G. V. Latyshev, Y. N. Kotovshchikov [et al.] // Russian Journal of Organic Chemistry. – 2025. – V. 61. – № 6. – P. 1189 – 1198. Galashev, R. N. Easy access to 5-cyanotriazoles via Pd-catalyzed cyanation of 5-iodotriazoles / R. N. Galashev, G. V. Latyshev, Y. N. Kotovshchikov [et al.] // Organic and Biomolecular Chemistry. – 2025. – V. 23. – № 19. – P. 4725 – 4729. Barashkova, X. A. Access to

Bicyclo[3.1.0]hexane and
Cyclopenta[c]pyrazole Scaffolds via Solvent-
Directed Divergent Reactivity of 5-
Iodotriazoles / X. A. Barashkova, A. G.
Gevondian, G. V. Latyshev // *Organic Letters*.
– 2024. – V. 26. – № 45. – P. 9625 – 9630.

4. Barashkova, X. A. Recent Catalytic Routes
to 3-Azabicyclo[3.1.0]hexane Derivatives / X.
A. Barashkova, G. V. Latyshev, Y. N.
Kotovshchikov [et al.] // *Russian Journal of
Organic Chemistry*. – 2024. – V. 60. – № 3. –
P. 359 – 386.

5. Gevondian, A. G. Metal-Free Reductive C–
C-Coupling between Arylboronic Acids and 2-
(5-Iodo-1,2,3-triazol-1-yl)phenols / A. G.
Gevondian, Y. N. Kotovshchikov, G. V.
Latyshev [et al.] // *Russian Journal of Organic
Chemistry*. – 2023. – V. 59. – № 9. – P. 1465 –
1472.

6. Kotovshchikov, Y. N. Divergent cyclization
of 2-(5-iodo-1,2,3-triazolyl)benzamides toward
triazole-fused lactams and cyclic imidates / Y.
N. Kotovshchikov, S. S. Tatevosyan, G. V.
Latyshev [et al.] // *New Journal of Chemistry*.
– 2023. – V. 47. – № 26. – P. 12239 – 12247.

7. Kotovshchikov, Y. N. Domino assembly of
dithiocarbamates via Cu-catalyzed
denitrogenative thiolation of iodotriazole-
based diazo precursors / Y. N. Kotovshchikov,
R. H. Sultanov, G. V. Latyshev [et al.] //
Organic and Biomolecular Chemistry. – 2022.
– V. 20. – № 29. – P. 5764 – 5770.

8. Voloshkin, V. A. Annulation-Triggered
Denitrogenative Transformations of 2-(5-Iodo-
1,2,3-triazolyl)benzoic Acids / V. A.
Voloshkin, Y. N. Kotovshchikov, G. V.
Latyshev [et al.] // *Journal of Organic
Chemistry*. – 2022. – V. 87. – № 11. – P. 7064
– 7075.

9. Tatevosyan, S. S. Facile Access to Triazole-
Fused 3,1-Benzoxazines Enabled by Metal-
Free Base-Promoted Intramolecular C–O
Coupling / S. S. Tatevosyan, Y. N.
Kotovshchikov, G. V. Latyshev [et al.] //
Synthesis. – 2022. – V. 54. – № 2. – P. 369 –
377.

	10. Gevondian, A. G. Domino Construction of Benzoxazole-Derived Sulfonamides via Metal-Free Denitrogenation of 5-Iodo-1,2,3-triazoles in the Presence of SO ₂ and Amines / A. G. Gevondian, Y. N. Kotovshchikov, G. V. Latyshev [et al.] // Journal of Organic Chemistry. – 2021. – V. 86. – № 8. – P. 5639 – 5650.
Являетесь ли Вы работником Института органической химии им. Н.Д. Зелинского (в том числе по совместительству)?	Не являюсь
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организации, где работает соискатель ученой степени, его научный руководитель?	Не являюсь
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организаций, где ведутся научно-исследовательские работы, по которым соискатель ученой степени является руководителем или работником организации-заказчика или исполнителем (соисполнителем)?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом экспертных советов Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом диссертационного совета, принявшего диссертацию к	Не являюсь

защите?	
Являетесь ли Вы соавтором соискателя степени по опубликованным работам по диссертационного исследования?	Не являюсь

Официальный оппонент, к.х.н., с.н.с.,
кафедры органической химии
Химического факультета
МГУ имени М. В. Ломоносова

 / Котовцов Ю. Н.

19 января 2026 г.

Личную подпись 
ЗАВЕРЯЮ:
Нач. отдела делопроизводства
химического факультета



Паланская В. В.

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Сидунца Юрия Алексеевича
«**НОВЫЕ ПОДХОДЫ К КОНСТРУИРОВАНИЮ БИГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДНЫХ ФУРОКСАНА**»,

представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук
по специальности 1.4.3. – Органическая химия

Химия гетероциклических соединений, содержащих большое количество атомов азота и кислорода, вызывает непрерывный интерес химиков-синтетиков на протяжении многих десятилетий. Помимо уникальной реакционной способности подобных молекул, важной причиной этого интереса является целенаправленный поиск новых лекарственных препаратов и энергоёмких материалов. Фуразаны и фуроксаны являются одними из ключевых представителей данной группы гетероциклов. Разработка новых подходов к этим соединениям, а также всестороннее изучение их свойств проводятся многими научными группами по всему миру и формируют весьма конкурентную область исследований. В ИОХ РАН данное направление имеет многолетнюю историю, и представленная диссертация является очередным успешным этапом развития этой тематики.

Задачи, поставленные в ходе диссертационного исследования Сидунца Юрия Алексеевича, связаны с разработкой подходов к получению азо-производных 1,2,5-оксадиазола и исследованию возможности их применения для прикладных целей. Выбранное направление находится в русле современных тенденций развития органической химии и является весьма актуальным.

Диссертация Сидунца Ю.А. построена традиционным образом и состоит из введения, аналитического обзора литературы, обсуждения результатов, экспериментальной части, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы (141 источник). Материал диссертации изложен на 109 страницах.

Во **введении** изложено убедительное обоснование актуальности темы исследования и охарактеризована степень ее разработанности, сформулирована цель работы, аргументированы ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость. **Литературный обзор** посвящен методам получения фуразанов и фуроксанов, содержащих в структуре дополнительный азо-фрагмент. Отдельно рассмотрены конденсированные системы, включающие ядро пиридазина или его (ди)оксида, а также ациклические азо- и азокси-производные 1,2,5-оксадиазола. Проведен анализ возможностей и ограничений известных методов, описаны побочные реакции, указаны выходы веществ и свойства синтезированных гетероциклов. В целом, обзор изложен доступным языком и даёт

достаточно полное представление о предшествующих исследованиях в рамках выбранной темы.

Обсуждение результатов состоит из трёх частей. Первая часть посвящена разработке подходов к синтезу конденсированных гетероциклов, содержащих ядро 1,2,5-оксадиазола. Ранее описанные аминопроизводные фуразана и фуроксана модифицированы путём введения амидной группы. Оптимизированная методика diazотирования позволила осуществить циклизацию солей диазония с образованием целевых конденсированных триазинонов. Полученные соединения исследованы в качестве возможных доноров NO, а также для одного из веществ обнаружены антиагрегационные свойства, сопоставимые с показателями ацетилсалициловой кислоты. В данном разделе подробно описаны попытки аннелирования к 1,2,5-оксадиазолу и других шестичленных гетероциклов, а именно пиримидона и пиридазин-диоксида, которые не позволили достичь желаемого результата.

Вторая часть работы посвящена новому методу синтеза азоксипроизводных фуроксана. В основу первой стадии данного подхода легла интересная синтетическая находка, заключающаяся в возможности селективного восстановления нитрофуроксанов до соответствующих гидросиламинов. Простая замена соляной кислоты на серную позволила изменить результат ранее исследованного процесса восстановления нитрофуроксанов при действии хлорида олова (II) и получить гидросиламины вместо аминов. На второй стадии был осуществлён подбор подходящего окислителя для превращения гидросиламинов в азоксипроизводные. Данный подход оказался весьма эффективным и позволил получить представительную серию целевых азоксисоединений, для которых было проведено исследование термической стабильности.

Третья часть работы посвящена синтезу энергоёмких материалов на основе азоксифуроксанов. Исследование вариантов введения дополнительных эксплозифорных групп привело к структурам, содержащим 4-нитрамино-3,5-динитрофенильные фрагменты. Далее получена серия солей с различными катионами, для которых определены экспериментальные и расчетные детонационные характеристики.

В **экспериментальной части** описаны подробные методики проведенных экспериментов по синтезу и очистке целевых соединений. Выделенные продукты реакций охарактеризованы спектроскопическими методами (ИК, ЯМР ^1H , ^{13}C , ^{15}N и ^{19}F), элементный состав впервые полученных веществ подтверждён данными элементного анализа и масс-спектрометрии высокого разрешения. Строение ряда соединений исследовано с помощью рентгеноструктурного анализа. Экспериментальный материал изложен четко и грамотно структурирован, что подтверждает достоверность полученных в ходе исследования результатов. **Автореферат** диссертации полностью отражает содержание работы.

Научная новизна исследования, а также его **теоретическая и практическая значимость** могут быть сформулированы в виде следующих основных пунктов. На основе реакции diazotирования амидов амино-1,2,5-оксадиазолилкарбоновых кислот разработан метод синтеза [1,2,5]оксадиазоло[3,4-*d*][1,2,3]триазинонов, для которых исследована NO-донорная способность. Для одного из полученных конденсированных фуроксанов выявлена тромболитическая активность в экспериментах *in vitro*. Разработан новый метод селективного восстановления 4-нитрофуроксанов до соответствующих гидроксиламинов и последующего окисления их в азоксифуроксаны при действии NaIO_4 . Продемонстрирована высокая эффективность данного подхода для синтеза азоксифуроксанов, а также применимость и к другим типам азоксисоединений. Изучена термическая стабильность синтезированных бигетероциклических производных 1,2,5-оксадиазола. Синтезированы новые энергоемкие производные азоксифуроксанов ионного строения, содержащие 4-нитрамино-3,5-динитрофенильные фрагменты, и определены их детонационные характеристики.

Представленные в работе Сидунца Ю.А. положения и выводы обоснованы, подтверждены обширным и грамотно структурированным экспериментальным материалом и не вызывают сомнений. Состав, структура и чистота полученных соединений подтверждены необходимым набором физико-химических методов. Вся экспериментальная работа выполнена на профессиональном уровне, интерпретация полученных данных проведена корректно. Основные результаты в полной мере изложены в 4 статьях в авторитетных научных изданиях, рекомендованных ВАК. Работа прошла апробацию в виде 2 докладов на научных конференциях.

По диссертации можно высказать следующие замечания и задать ряд вопросов:

1. Обзор литературы проведен грамотно и тщательно. Тем не менее, описание некоторых из рассматриваемых реакций дано в виде однотипных фраз и синтетических схем. Возможно, в ряде случаев, например, для реакций окисления аминов как метода синтеза азосоединений, стоило представить имеющиеся данные в виде таблицы, содержащей структуры веществ, реагенты, выходы и интересующие характеристики (в частности, описание детонационных свойств). Это могло бы облегчить восприятие материала и упростить сопоставление структур веществ с их свойствами.
2. Можно ли использовать полученные триазиноны **8** в качестве предшественников солей диазония в классических реакциях замещения или металл-катализируемых

процессах кросс-сочетания? Могут ли эти реакции быть полезными в синтезе производных фуразана и фуроксана?

3. Для подтверждения механизма превращения **5** в **8** проведен эксперимент с изотопно-меченым $\text{Na}^{15}\text{NO}_2$. Какой альтернативный механизм удалось отвергнуть в результате определения положения изотопной метки? Помимо этого, не совсем понятно, каким именно образом сравнение спектров **5a** и **8a** позволило провести отнесение сигналов ^{15}N .
4. Можно ли провести конденсацию гидросиламинов **24** с ароматическими нитрозосоединениями? Представляет ли это синтетический интерес как подход к несимметричным азоксипроизводным фуроксана?
5. Синтез соединений **14a**, **15b**, **17**, **18**, **19** описан при обсуждении результатов, однако экспериментальная часть не содержит методик и спектральных характеристик для данных веществ. Вероятно, это связано с неудачной попыткой синтеза целевых пиридазин-диоксидов **16**. Тем не менее, для синтеза **15b** проводилась отдельная оптимизация, а подход к **14a** отмечен как имеющий преимущества по сравнению с литературным, поэтому эти методики стоило привести.
6. Чем можно объяснить неудачные попытки применения литературных методик для превращения диоксима **15b** в пиридазин-диоксид **16a** (табл. 6, № 1–3)?
7. Продукты **5g,h**, **6g,h**, **8g,h**, **9g,h** содержат фрагмент эфиров α -аминокислот, но в работе не отмечено, использовались ли для их синтеза энантиомерные чистые исходные вещества или рацемические смеси. Имеет ли это значения для дальнейшего применения целевых соединений?
8. Среди полученных азоксисоединений **25**, лишь один продукт **25j** получен в виде смеси цис/транс-изомеров. С чем может быть связан такой результат? Происходит ли цис/транс-изомеризация азоксисоединений при нагревании?
9. При описании спектров ЯМР ^{13}C в экспериментальной части было бы полезно указать число эквивалентных ядер, соответствующих определенным сигналам. Также имеется несколько замечаний по описанию спектров отдельных соединений:
 - 25h** – в спектре ЯМР ^{13}C отсутствуют сигналы, имеющие прямую КССВ C–F;
 - 25l** – в спектре ЯМР ^1H приведенные значения КССВ ряда сигналов не соответствуют типичным для подобных структур;
 - 6e**, **9e**, **25l** – в спектрах ЯМР ^1H для некоторых сигналов число КССВ не соответствует мультиплетности;
 - 24a** – в спектре ЯМР ^1H не совпадают КССВ для двух дублетов.

Приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления от данной работы, являющейся законченным исследованием, характеризующимся цельностью и внутренним единством.

Таким образом, по своей актуальности, научной новизне, достоверности, практической значимости и объёму выполненных исследований диссертационная работа Ю.А. Сидунца соответствует критериям, изложенным в пунктах 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» в действующей редакции, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата химических наук, а ее автор – Сидунец Юрий Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. – Органическая химия.

Официальный оппонент:

Котовщиков Юрий Николаевич,

кандидат химических наук

(специальности 02.00.03 - Органическая химия,

02.00.08 - Химия элементоорганических соединений),

старший научный сотрудник кафедры органической химии химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»

Подпись Котовщикова Ю.Н. удостоверяю:

И.о. декана Химического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

доктор химических наук, профессор

Карлов Сергей Сергеевич



Почтовый адрес: 119991, Российская Федерация,
г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 3

Наименование организации:

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»,
Химический факультет

Телефон: 8 (495) 939-53-10

Адрес электронной почты: kotovshchikov@org.chem.msu.ru

24 февраля 2026 г.