

**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 03.12.2025 г. № 60

О присуждении Доронину Михаилу Максимовичу (гражданину Российской Федерации) ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Окислительный синтез с образованием связи C-S: реакции стиролов с донорами S-фрагментов с применением электрического тока и солей металлов переменной валентности» по специальности 1.4.3. (органическая химия) принята к защите 18 сентября 2025 г., протокол № 40 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 Доронин Михаил Максимович 1997 года рождения, в 2020 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия», номер диплома 106104 0023605, регистрационный номер 16/11, дата выдачи 10 июля 2020 г.

В период подготовки диссертации проходил обучение в очной аспирантуре ФГБУН Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук с 10 сентября 2020 года по 10 сентября 2025 года

(с 15 августа 2024 года по 15 августа 2025 года находился в академическом отпуске) по направлению подготовки 1.4 «Химические науки» (номер свидетельства об окончании аспирантуры 107724 0005245, регистрационный номер 017, дата выдачи 11 сентября 2025 г).

Кандидатские экзамены по истории и философии науки (отлично), английскому языку (отлично) и органической химии (отлично) сданы. В настоящее время работает младшим научным сотрудником в Лаборатории направленной функционализации Органических молекулярных систем № 33 ИОХ РАН.

Диссертация выполнена в Лаборатории исследования гомолитических реакций №13 ИОХ РАН, **научный руководитель** — директор ИОХ РАН, заведующий лабораторией исследования гомолитических реакций №13, академик РАН, доктор химических наук Терентьев Александр Олегович.

Официальные оппоненты:

Перекалин Дмитрий Сергеевич, доктор химических наук, заведующий Лабораторией функциональных элементоорганических соединений №133 Отдела металлоорганических соединений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова (ИНЭОС РАН).

Феста Алексей Алексеевич, кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения Высшего образования Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН), дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ) в своем **положительном заключении**, подписанном Ростовским Николаем Витальевичем (д.х.н., профессор Кафедры органической химии федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет») указала, что диссертационная работа Доронина М.М. 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 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции), а ее автор, Доронин Михаил Максимович, 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, органической электрохимии и химии свободных радикалов.

На автореферат поступило 5 положительных отзывов: от д.х.н., Гулевской Анны Васильевны (заведующий кафедрой органической химии химического факультета Федерального государственного автономного учреждения высшего образования "Южный федеральный университет" (ЮФУ)), д.х.н. Постникова Павла Сергеевича (профессор исследовательской школы Химических и биомедицинских технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет») и к.х.н. Воткиной Дарьи Евгеньевны (доцент исследовательской школы Химических и биомедицинских технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»), д.х.н., Морковника Анатолия Савельевича (заведующий отделом химии гетероциклических соединений научно-исследовательского института физической и органической химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный Федеральный Университет»), к.х.н., Клецкого Михаила Ефимовича (доцент

кафедры химии природных и высокомолекулярных соединений химического факультета Федерального государственного автономного учреждения высшего образования "Южный федеральный университет" (ЮФУ)), к.х.н., Суздалева Константина Филипповича (доцент кафедры химии природных и высокомолекулярных соединений химического факультета Федерального государственного автономного учреждения высшего образования "Южный федеральный университет" (ЮФУ)).

Изложенные замечания по работе не носят принципиального характера, относятся к оформлению автореферата, также имеются вопросы по механизмам представленных превращений и выбору исходных субстратов. 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. Верещагин Анатолий Николаевич (заведующий лабораторией углеводов и биоцидов № 21 ИОХ РАН), д.х.н., Газиева Галина Анатольевна (ведущий научный сотрудник лаборатории азотсодержащих соединений № 19 ИОХ РАН), д.х.н., Ферштат Леонид Леонидович (заведующий лабораторией азотсодержащих соединений № 19 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 Томилов Юрий Васильевич (заведующий лабораторией химии диазосоединений № 6 ИОХ РАН), д.х.н. Старосотников Алексей Михайлович (ведущий научный сотрудник лаборатории ароматических азотсодержащих соединений № 18 ИОХ РАН), д.х.н. Виль Вера Андреевна (заведующая лабораторией химии промышленно полезных продуктов № 7 ИОХ РАН), д.х.н. Ростовский Николай Витальевич (профессор Кафедры органической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»).

Соискатель имеет **5 опубликованных работ**, в журналах, рекомендованных ВАК, **11 тезисов** на всероссийских и международных конференциях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Mulina, O.M. Electrochemical Synthesis of gem-Bis(sulfenyl)enamines from Vinyl Azides and Thiols / Mulina O.M., **Doronin M.M.**, Kostyagina V.A., Timofeev G.P. // *Russian Journal of Organic Chemistry*. – **2021**. – V. 57. – P. 1302–1308.
2. Mulina, O.M. Electrosynthesis of N-unsubstituted enaminosulfones from vinyl azides and sodium sulfinates mediated by NH₄I/ Mulina O.M., **Doronin M.M.**, A. O. Terent'ev // *Tetrahedron Letters* – **2021**. - V. 84. – P. 153436.
3. Mulina, O.M. Mn(OAc)₃ Mediated Sulfonylation of Vinyl Azides Resulting in N Unsubstituted Enaminosulfones / Mulina O. M., **Doronin M. M.**, Terent'ev A. O. // *ChemistrySelect*. – **2021**. - V. 38. – P. 10250-10252.
4. Mulina, O.M. Disulfides as versatile starting reagents: effective sulfonylation of alkenes with disulfides under electrochemical conditions / Mulina, O. M., **Doronin, M.M.**, He, L. N., Terent'ev, A. O. // *Org. Chem. Front.* – **2023**. – V. 10. – P. 3559-3566.
5. **Doronin, M.M.** α-Sulfonylated ketazine synthesis from vinyl azides and sodium sulfinates using CAN: Radical C-S/N-N coupling cascade as a key reaction pathway // **Doronin M.M.**, **Klikushin A.S.**, Mulina O. M., Medvedev M.G., Vil' V.A., He, L. N., Terent'ev, A. O. // *Org. Chem. Front.* – **2025**. DOI: 10.1039/D5QO00508F.

ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан метод сульфенилирования винилазидов тиофенолами в электрохимических условиях. Продукты, образующиеся вследствие этой трансформации - *гем*-бистеоенамины - являются результатом образования двух связей C-S за одну синтетическую стадию.

Предложен электрохимический метод сульфенилирования винилазидов сульфинатами натрия с образованием *N*-незамещенных енаминосульфонов. Реакция протекает селективно с образованием енаминосульфонов с *Z*-конфигурацией.

Впервые удалось задействовать относительно инертные дисульфиды в процессе электроокислительного сульфенилирования алкенов. В результате этой реакции получают (*E*)-винилсульфоны, при этом за одну синтетическую стадию образуется два типа связей: C-S и S-O. Реакция протекает в гальваностатическом режиме в смеси диоксан:вода (1:1) с применением конструктивно простой неразделенной электрохимической ячейки. Тонко подобранная комбинация растворителя, электролита и режима электролиза позволяет получать (*E*)-винилсульфоны.

Осуществлен синтез *N*-незамещенных енаминосульфонов из винилазидов и сульфинатов натрия с использованием ацетата марганца (III). Разработанный подход позволяет использовать окислитель в субстехиометрических количествах, приводя к енаминосульфонам с высокими выходами.

Реализован синтез α -сульфенилированных кетазинов из винилазидов и сульфинатов натрия, протекающий через каскад радикальных реакций с образованием связей C-S/N-N. Этот процесс проливает свет на одну из редких граней реакционной способности иминильных радикалов, а именно, на радикальное N-N сочетание, которое протекает вопреки типичным для них процессам восстановления, внутримолекулярной циклизации и 1, *n*-HAT.

Показано, что лабильные ксантогенаты могут быть использованы в окислительных трансформациях как источники S-радикалов, и они успешно вступают в реакцию с образованием связи C-S. Результатом этой

трансформации является последовательное селективное образование связей C-S и N-N.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Развито сложное комплексное направление, охватывающее химию радикальных и ионных частиц, процессы с участием электрического тока или солей металлов переменной валентности в синтезе сераорганических соединений.

Разработаны подходы к сульфенилированию, сульфонилированию и ксантилированию стиролов и винилазидов, которые протекают через образование S-центрированных радикалов.

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

- ЯМР-спектроскопия;
- масс-спектрометрия высокого разрешения;
- циклическая вольтамперометрия;
- спектроскопия ЭПР;
- рентгеноструктурный анализ;
- квантово-химические расчеты;
- традиционные экспериментальные методики органической химии.

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

Разработаны новые подходы к образованию связи C-S в окислительных реакциях, протекающих как под действием окислителей на основе металлов переменной валентности, так и под действием электрического тока.

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 , рентгеноструктурный анализ, масс-спектрометрия высокого разрешения и спектроскопия ЭПР. 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 сераорганических соединений, а также теоретическим основам электрохимии.

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 развиты новые подходы к образованию связи C-S в окислительных реакциях, протекающих как под действием окислителей на основе металлов переменной валентности, так и под действием электрического тока. Предложенные стратегии включают химию радикальных и ионных частиц, процессы с участием электрического тока или солей металлов переменной валентности в синтезе сераорганических соединений.

Таким образом, диссертационная работа соответствует критериям, установленным в п.9-14 «Положения о порядке присуждения учёных

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 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 16, против присуждения учёной степени нет, недействительных бюллетеней нет.

6

М.П. Егоров

Ученый секретарь
диссертационного совета Д.Х.Н.

Газизов

Г.А. Газиева

Подписи М.П. Егорова и Г.А. Газиевой заверяю
Ученый секретарь ЦОХ РАН

Y. L. L.

И.К. Коршевец

03 декабря 2025 г.

