

**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 ДОКТОРА
НАУК**

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 15.10.2025 г. № 49

О присуждении Виль Вере Андреевне (гражданину Российской Федерации) ученой степени доктора химических наук.

Диссертация «Ацилпероксиды и электрический ток: органический синтез с участием окислительных процессов» по специальности 1.4.3. (Органическая химия) принята к защите 25 июня 2025 г., протокол № 30, 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), деятельность которого возобновлена 24 сентября 2021 года в соответствии с приказом № 964/нк.

Соискатель Виль Вера Андреевна 1990 года рождения, в 2012 году с отличием окончила факультет химико-фармацевтических технологий и биомедицинских препаратов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», диплом с отличием № ВСА 1043836. В 2017 году защитила кандидатскую диссертацию по теме «Реакции окислительного С-О сочетания малонил пероксидов с β -дикарбонильными и N-гетероциклическими соединениями». Решением диссертационного совета на базе Института органической химии имени Н.Д. Зелинского РАН от 10 октября 2017 г №13 присуждена степень кандидата химических наук. Приказ Министерства образования и науки

Российской Федерации от 1 марта 2018 г. № 255/нк-40. В настоящее время работает старшим научным сотрудником в Лаборатории химии промышленно полезных продуктов №7 ИОХ РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории исследования гомолитических реакций № 13 ИОХ РАН; **научный консультант** — доктор химических наук, академик РАН, заведующий Лабораторией исследования гомолитических реакций №13 ИОХ РАН Терентьев Александр Олегович.

Официальные оппоненты:

Федин Матвей Владимирович, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, директор Международного Томографического Центра СО РАН (главный научный сотрудник Лаборатории ЭПР спектроскопии).

Бермешев Максим Владимирович, доктор химических наук, член-корреспондент РАН, заместитель директора по научной работе Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН.

Магдесиева Татьяна Владимировна, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры органической химии Химического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук» в своем **положительном заключении**, подписанном Козловой Екатериной Александровной (доктор химических наук, ведущий научный сотрудник Отдела гетерогенного катализа) и Снытниковым Павлом Валерьевичем (доктор химических наук, заведующий Отдела гетерогенного катализа) указала, что диссертационная работа Виль В.А. «Ацилпероксиды и электрический ток: органический синтез с участием окислительных процессов», представленная на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.3 Органическая химия, является

законченным научно-квалификационным исследованием, которое по актуальности, объему экспериментального материала, новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов соответствует требованиям ВАК РФ, установленным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. в действующей редакции, а ее автор Виль Вера Андреевна заслуживает присвоения ученой степени доктора 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 методологии органического синтеза, органической электрохимии, окислительным процессам, реакциям с участием радикальных интермедиатов и металлокомплексному катализу.

На автореферат поступило 10 положительных отзывов: от д.х.н. К.П. Волчо (Главный научный сотрудник лаборатории физиологически активных веществ ФГБУН Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова, г. Новосибирск), от член-корр. РАН, д.х.н. В.Л. Русинова (Заведующий кафедрой органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ, г. Екатеринбург) и д.х.н. Э.В. Носовой (Профессор кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ, г. Екатеринбург), от д.х.н. А.Р. Мустафиной (Главный научный сотрудник, заведующая лабораторией физико-химии супрамолекулярных систем Института органической и физической химии имени А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань), от д.х.н. С.А. Адонина (Заместитель директора по научной работе ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН», г. Иркутск), от д.х.н. А.В. Иванова (Директор ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН», г. Иркутск) и д.х.н. И.Б. Розенцвейга (Заведующий лабораторией галогенорганических соединений ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского

СО РАН», г. Иркутск), от д.х.н. П.С. Постникова (Профессор исследовательской школы химических и биомедицинских технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск) и д.х.н. М.Е. Трусовой (Директор исследовательской школы химических и биомедицинских технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск), от д.х.н. В.А. Ларионова (Ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией стереонаправленного синтеза биоактивных соединений Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, г. Москва) и д.х.н. В.И. Малеева (Заведующий лабораторией асимметрического катализа Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, г. Москва), от д.х.н. С.С. Злотского (Профессор, заведующий кафедрой «Общая, аналитическая и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Уфимского государственного нефтяного технического университета Российской Федерации», г. Уфа), от д.х.н. Д.А. Чусова (Заведующий лабораторией № 103 Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, г. Москва), от д.х.н. Н.А. Аксенова (Заведующий кафедрой органической и аналитической химии химико-фармацевтического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь). Изложенные замечания по работе не носят принципиального характера, относятся к неполноте описания методик проведения синтеза, выделению целевых и побочных продуктов реакции, определению их выходов и структуры. Все недостающие в автореферате сведения содержатся в тексте диссертации и публикациях по теме диссертации.

В дискуссии приняли участие: д.х.н., проф. С. З. Вацадзе (заведующий лабораторией лаб. № 2 ИОХ РАН), д.х.н. Д. С. Перекалин (заведующий лабораторией лаб. № 133, ИНЭОС РАН), д.х.н. В. З. Ширинян (ведущий научный сотрудник лаб. № 3 ИОХ РАН), д.х.н. К. П. Брыляков (заведующий лабораторией лаб. № 36 ИОХ РАН), д.х.н. А. Ю. Сухоруков (заведующий

лабораторией лаб. № 9 ИОХ РАН), д.х.н. И. В. Свитанько (заведующий лабораторией лаб. № 44 ИОХ РАН), д.х.н. Л. Л. Ферштат (заведующий лабораторией лаб. № 19 ИОХ РАН), д.х.н. Д. Н. Платонов (ведущий научный сотрудник лаб. № 6 ИОХ РАН), д.х.н. Г.А. Газиева (ведущий научный сотрудник лаб. № 19 ИОХ РАН), д.х.н. С. В. Баранин (заведующий лабораторией лаб. № 10 ИОХ РАН).

Соискатель имеет **114 публикаций**, в том числе **67 опубликованных работ по теме диссертации**, из которых **33 статьи в рецензируемых журналах**, **4 патента РФ** и 30 тезисов докладов на научных конференциях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Terent'ev A. O., Vil' V. A., Mulina O. M., Pivnitsky K. K., Nikishin G. I. A convenient synthesis of cyclopropane malonyl peroxide // *Mend. Comm.* – **2014**. – V. 24. – I. 6 – P. 345.
2. Terent'ev A. O., Vil' V. A., Nikishin G. I., Adam W. Lanthanide-catalyzed oxidative C–O coupling of 1,3-dicarbonyl compounds with diacyl peroxides // *Synlett* – **2015**. – V. 26. – I. 6 – P. 802–806.
3. Lapitskaya M. A., Vil' V. A., Daeva E. D., Terent'ev A. O., Pivnitsky K. K. Alcoholysis of malonyl peroxides to give peracids // *Mend. Comm.* – **2016**. – V. 26. – I. 1 – P. 14–15.
4. Terent'ev A. O., Vil' V. A., Gorlov E. S., Nikishin G. I., Pivnitsky K. K., Adam W. Lanthanide-catalyzed oxyfunctionalization of 1,3-diketones, acetoacetic esters, and malonates by oxidative C–O coupling with malonyl peroxides // *J. Org. Chem.* – **2016**. – V. 81. – I. 3 – P. 810–823.
5. Lapitskaya M.A., Vil' V.A., Vasil'eva L.L., Daeva E.D., Terent'ev A.O., Pivnitsky K.K. Spontaneous reaction of malonyl peroxides with methanol // *Mendeleev Commun.* – **2017**. – V. 27. – I. 3. – P. 243–245.
6. Terent'ev A. O., Vil' V. A., Gorlov E. S., Rusina O. N., Korlyukov A. A., Nikishin G. I., Adam W. Selective oxidative coupling of 3*H*-pyrazol-3-ones, isoxazol-5(2*H*)-ones, pyrazolidine-3,5-diones, and barbituric acids with malonyl

peroxides: an effective C-O functionalization // *ChemistrySelect.* – **2017.** – V. 2. – I. 11 – P. 3334–3341.

7. Vil' V. A., Yaremenko I. A., Ilovaisky A. I., Terent'ev A. O. Synthetic strategies for peroxide ring construction in artemisinin // *Molecules* – **2017.** – V. 22. – I. 1 – P. 117.

8. Vil' V.A., Gomes, G. d. P., Bityukov O.V., Lyssenko K.A., Nikishin G.I., Alabugin I.V., Terent'ev A.O. Interrupted Baeyer–Villiger rearrangement: Building a stereoelectronic trap for the Criegee intermediate // *Angew. Chem. Int. Ed.* – **2018.** – V. 130. – I. 13. – P. 3430–3434.

9. Lapitskaya M.A., Vil' V.A., Daeva E.D., Terent'ev A.O., Pivnitsky K.K. Dimethylmalonoyl peroxide – the neglected lowest homologue: simple synthesis and high reactivity // *Mendeleev Commun.* – **2018.** – V. 28. – I. 5. – P. 505–507.

10. Vil' V.A., Gomes G.d.P., Ekimova M.V., Lyssenko K.A., Syroeshkin M.A., Nikishin G.I., Alabugin I.V., Terent'ev A.O. Five roads that converge at the cyclic peroxy-Criegee intermediates: BF₃-catalyzed synthesis of β -hydroperoxy- β -peroxylactones // *J. Org. Chem.* – **2018.** – V. 83. – I. 21. – P. 13427–13445.

11. Bityukov O.V., Vil' V.A., Merkulova V.M., Nikishin G.I., Terent'ev A.O. Silica gel catalyzed oxidative C-O coupling of β -dicarbonyl compounds with malonyl peroxides in solvent-free conditions // *Pure Appl. Chem.* – **2018.** – V. 90. – I. 1 – P. 7–20.

12. Bityukov O.V., Vil' V.A., Lukashin N.V., Cherednichenko A.G., Nikishin G.I., Terent'ev A.O. Solvent-free silica gel mediated decarboxylation of C-O coupling products of β -diketones and β -oxo esters with malonyl peroxides // *Mendeleev Commun.* – **2018.** – V. 29. – I. 1 – P. 55–56.

13. Vil' V.A., Bityukov O.V., Terent'ev A.O. 38.11 Acyclic geminal bisperoxides // *Sci. Synthesis.* – **2019.** – V. 3. – P. 383.

14. Barsegyan Y.A., Vil' V.A. Malonyl peroxides in organic synthesis // *Chem. Heterocycl. Compd.* – **2019.** – T. 55. – I. 11. – P. 1035–1037.

15. Vil' V.A., Terent'ev A.O., Mulina O.M. Bioactive natural and synthetic peroxides for the treatment of helminth and protozoan pathogens: synthesis and properties // *Curr. Top. Med. Chem.* – **2019**. – V. 19. – P. 1201-1225.
16. Vil' V.A., Gorlov E.S., Bityukov O.V., Krylov I.B., Nikishin G.I., Pivnitsky K.K., Terent'ev A.O. Oxidative C–O coupling as a new idea in the 'click-like chemistry': malonyl peroxides for the conjugation of two molecules // *Mendeleev Commun.* – **2019**. – V. 29. – I. 2. – P. 132-134.
17. Vil' V.A., Barsegyan Y.A., Barsukov D.V., Korlyukov A.A., Alabugin I.V., Terent'ev A.O. Peroxycarbenium ions as the "gatekeepers" in reaction design: assistance from inverse α -effect in three-component β -alkoxy- β -peroxylactones synthesis // *Chem. Eur. J.* – **2019**. – I. 25. – P. 14460-14468.
18. Bityukov O.V., Matveeva O.K., Vil' V.A., Kokorekin V.A., Nikishin G.I., Terent'ev A.O. Electrochemically induced intermolecular cross-dehydrogenative C–O coupling of β -diketones and β -ketoesters with carboxylic acids // *J. Org. Chem.* – **2019**. – V. 84. – I. 3. – P. 1448–1460.
19. Radulov P.S., Vil' V.A. Metal-based Lewis acids in the synthesis of cyclic organic peroxides // *Chem. Heterocycl. Compd.* – **2020**. – V. 56. – P. 299-301. [Khim. Geterotsikl. Soedin. – 2020. – V. 56. – P. 299.]
20. Vil' V.A., Barsegyan Y.A., Kuhn L., Ekimova M.V., Semenov E.A., Korlyukov A.A., Terent'ev A.O., Alabugin I.V. Synthesis of unstrained Criegee intermediates: inverse α -effect and other protective stereoelectronic forces can stop Baeyer–Villiger rearrangement of γ -hydroperoxy- γ -peroxylactones // *Chem. Sci.*, – **2020**. – T. 11. – I. 20. – P. 5313–5322.
21. Vil' V.A., Grishin S.S., Baberkina E.P., Kostyagina V.A., Kovalenko A.E., Terent'ev A.O. Radical addition of tetrahydrofuran to imines assisted by tert-butyl hydroperoxide // *Tetrahedron Lett.* – **2020**. – V. 61. – P. 152150.
22. Bityukov O.V., Vil' V.A., Nikishin G.I., Terent'ev A.O. Alkene, bromide, and ROH – how to achieve selectivity? Electrochemical synthesis of bromohydrins and their ethers // *Adv. Synth. Catal.* – **2021**. – V. 363. – P. 3070-3078.

23. Vil' V.A., Merkulova V.M., Ilovaisky A.I., Paveliev S.A., Nikishin G.I., Terent'ev A.O. Electrochemical synthesis of fluorinated ketones from enol acetates and sodium perfluoroalkyl sulfinates // *Org. Lett.* – **2021**. – V. 23. – I. 13. – P. 5107–5112.
24. БИТЮКОВ О.В., Виль В.А., Терентьев А.О. Синтез ациклических геминальных биспероксидов // *Ж. Орг. Х.* – **2021**. – Т. 57. – № 6. – С. 757–787.
25. Kuhn L., Vil' V.A., Barsegyan Y.A., Terent'ev A.O., Alabugin I.V. Carboxylate as a non-innocent L-ligand: computational and experimental search for metal-bound carboxylate radicals // *Org. Lett.* – **2022**. – V. 24. – I. 21. – P. 3817–3822.
26. Vil' V.A., Grishin S.S., Baberkina E.P., Alekseenko A.L., Glinushkin A.P., Kovalenko A.E., Terent'ev A.O. Electrochemical synthesis of tetrahydroquinolines from imines and cyclic ethers *via* oxidation/aza-Diels-Alder cycloaddition // *Adv. Synth. Catal.* – **2022**. – V. 364. – P. 1098–1108
27. Vil' V.A., Grishin S.S., Terent'ev A.O. Electrochemically induced synthesis of imidazoles from vinyl azides and benzyl amines // *Molecules*. – **2022**. – V. 27. – P. 7721.
28. Barsegyan Y.A., Vil' V.A., Tomkinson N.C.O., Terent'ev A.O. 38.12 Product Class 12: Cyclic diacyl peroxides // *Sci. Synthesis*. – **2022**. – V. 38. – P. 221.
29. Vil' V.A., Barsegyan Y.A., Kuhn L., Terent'ev A.O., Alabugin I.V. Creating, preserving, and directing carboxylate radicals in Ni-catalyzed Csp³-H acyloxylolation of ethers, ketones, and alkanes with diacyl peroxides // *Organometallics*. – **2023**. – V. 42. – I. 18. – P. 2598–2612.
30. Grishin S.S., Mulina O.M., Vil' V.A., Terent'ev A.O. Electrochemical synthesis of CN-substituted imidazo[1,5-*a*]pyridines *via* cascade process using NH₄SCN as both electrolyte and non-trivial cyanating agent // *Org. Chem. Front.* – **2024**. – V. 11. – P. 327–335.

31. Grishin S. S., Mulina O. M., Lv L., Vil' V. A., Li Zh., Terent'ev A. O. Ethers as building blocks for the synthesis and modification of N-heterocycles // *Asian J. Org. Chem.* – **2024**. – e202400456.

32. Grishin S.S., Ustyuzhanin A.O., Vil' V.A., Terent'ev A.O. Electrochemically mediated synthesis of cyanated heterocycles from α -amino esters, pyridine-2-carbaldehydes and NH_4SCN as cyano group source // *Chem. A. Eur. J.* – **2025**. – e202404051.

33. Vil' V.A., Barsegyan Y.A., Chabuka B.K., Ilovaisky A.I., Alabugin I.V., Terent'ev A.O. Pd-catalyzed C-O bond formation: Coupling of aryl boronic acids with O-electrophiles // *ACS Catalysis*. – **2025**. – V. 15. – I. 5. – P. 3636-3646.

ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Предложена методология построения связей углерод-углерод и углерод-гетероатом, основанная на окислительных процессах с участием базовых окислительных систем различной природы – ацилпероксидов и электрического тока.

Определены фундаментальные принципы этих процессов: Образование новой связи между органическими компонентами при окислении ацилпероксидами происходит либо в результате переноса электронов от субстрата к окислителю без образования выраженного электрон-дефицитного интермедиата, либо через формирование высоковалентного металлокомплексного интермедиата при взаимодействии металла с пероксидом. Электрический ток в результате анодных процессов, напротив, инициирует генерацию из субстрата электрон-дефицитного интермедиата, участвующего в построении новых химических связей через взаимодействие с другими компонентами системы.

Разработаны методы синтеза циклических ацилпероксидов на основе взаимодействия кетоэфиров с пероксидом водорода с вовлечением в реакции пероксидирования сложноэфирной группы.

Определены стереоэлектронные особенности строения циклических и ациклических ацилпероксидов, определяющие возможность их синтеза. Впервые получены стабильные 5- и 6-членные интермедиаты Криге – $\beta(\gamma)$ -гидрокси- $\beta(\gamma)$ -пероксилактоны, и их гидропероксидные аналоги - $\beta(\gamma)$ -гидроперокси- $\beta(\gamma)$ -пероксилактоны.

Создан концептуально новый подход к процессам окислительного сочетания. Открыто нестандартное окислительное С–О сочетание, в котором диацилпероксид выступает одновременно в роли окислителя и О-компонента; процесс осуществлен на примере сочетания диацилпероксидов с β -дикарбонильными и N-гетероциклическими соединениями, простыми эфирами, кетонами, алканами и бороновыми кислотами.

Обнаружено, что активные цианирующие частицы могут быть сгенерированы из неорганических тиоцианатов с помощью электрического тока и использованы в электросинтезе цианированных гетероциклических соединений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Представлены концепции, подчёркивающие общности и различия в механизмах окислительных процессов и их влияние на формирование новых химических связей.

Проведено систематическое исследование возможностей сборки циклических ацилпероксидов на основе вовлечения сложноэфирной группы в реакции пероксидирования/циклизации. **Открыты новые классы** пяти- и шестичленных циклических ацилпероксидов. **Впервые получены** стабильные циклические интермедиаты Криге широко применяемой реакции Байера-Виллигера и их перокси-аналоги.

Разработан подход к синтезу β -гидроперокси- β -пероксилактонов, перокси-аналогов стабильных интермедиатов Криге, через кислотно-

катализируемое пероксидирование/циклизацию различных субстратов: β -кетозэфиров, их силиловых эфиров енолов, алкиловых эфиров енолов, ацетатов енолов и циклических ацеталей с пероксидом водорода.

Впервые осуществлена трёхкомпонентная циклизация β -кетозэфиров, пероксида водорода и спиртов с получением нового класса пероксидов – β -алкокси- β -пероксилактонов. В отличие от предыдущих работ, в которых спирты выступали инертными растворителями в реакциях карбонильных соединений с H_2O_2 , показано, что спирты могут играть роль второго нуклеофильного партнера в реакциях с бифункциональным (дикарбонильным) электрофилом.

Разработан метод ацилоксилирования $\text{C}(\text{sp}^3)\text{--H}$ субстратов – простых эфиров, кетонов и алканов – диацилпероксидами с применением соединений никеля в качестве катализатора. Предложенный метод расширяет спектр подходов к активации пероксидной связи металлсодержащими соединениями, в которых ранее использовались преимущественно такие металлы как медь, железо, кобальт.

Обнаружен процесс C--O сочетания арилбороновых кислот с диацилпероксидами, катализируемый комплексами палладия. Показано, что реакция, вероятно, проходит через высоковалентный комплекс палладия (IV) с диацилпероксидом. Ранее, для осуществления $\text{C}(\text{sp}^2)\text{--O}$ сочетания арилбороновых кислот необходимо было использовать O -нуклеофил и дополнительный окислитель.

Предложен ряд подходов к созданию связей C--C , C--O и C--Hal с участием электрического тока с использованием доступных дикарбонильных соединений, ацетатов енолов, и алкенов в качестве субстратов и карбоновых кислот, спиртов, солей сульфиновых и галогеноводородных кислот в качестве вторых компонентов.

Созданы селективные процессы электрохимического синтеза пяти- и шестичленных N -гетероциклических соединений с участием электрического

тока, проходящие через многоступенчатые последовательности химических и электрохимических стадий.

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

- ЯМР-спектроскопия;
- масс-спектрометрия, в том числе высокого разрешения;
- рентгеноструктурный анализ;
- традиционные экспериментальные методики органической химии.
- электронная микроскопия;

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

Разработаны эффективные методы синтеза ранее недоступных циклических ацилпероксидов из доступных β - и γ -кетоефиров и пероксида водорода.

Предложен удобный метод получения 5,6-диоксаспиро[2.4]гептан-4,7-диона, который сделал его легко доступным окислителем в лабораторной практике.

Открыто окислительное C–O сочетание, в котором один из реагентов, циклический диацилпероксид, выступает одновременно в роли окислителя и O-компонента. Реакции характеризуются 100% атом-экономичностью. Созданные методы окислительного C–O сочетания позволили получить с высокими выходами широкий ряд функционализированных кетонов, β -дикарбонильных и N-гетероциклических соединений, содержащих дополнительную карбоксильную группу, что открывает возможности для конструирования «гибридных» систем.

Предложен ряд подходов к созданию связей C–C, C–O и C-галоген с участием электрического тока. Разработаны методы синтеза фторированных кетонов, α -ацилокси- β -дикарбонильных соединений, галогенгидринов и их

эфиров в неразделенной электрохимической ячейке в условиях постоянного тока.

Разработан комплекс удобных и эффективных для практической реализации синтетических решений для конструирования N-гетероциклических соединений с участием электрического тока, в которых целевая молекула формируется в результате многостадийного каскада как химических, так и электрохимических стадий, на основе трансформаций соединений с C=C и C-H фрагментами.

Разработан электрохимический метод цианирования органических соединений с применением тиоцианатов в качестве цианирующих агентов, что обеспечивает значительно более высокий уровень безопасности процесса по сравнению с традиционными методиками, использующими токсичные неорганические цианиды.

Обнаружена фунгицидная активность серии синтезированных тетрагидрохинолинов, 1-циано-имидазо[1,5-*a*]пиридинов, и 4-оксо-4*H*-пиридо[1,2-*a*]пирозин-1-карбонитрилов. **Выявлены** соединения-лидеры, проявляющие высокую фунгицидную активность в отношении патогенных грибов различных таксономических классов, которые наносят ущерб сельскому хозяйству.

Предложенные методы синтеза органических пероксидов расширяют инструментальную базу для получения кросс-сшивающих агентов, инициаторов полимеризации и реагентов для осуществления радикальных превращений как в научных исследованиях, так и в промышленном производстве.

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 ^1H , ^{13}C , ^{19}F спектроскопия ЯМР, элементный анализ, масс-спектрометрия,

электронная микроскопия и рентгеноструктурный анализ. Использованы современные системы сбора и обработки научно-технической информации: электронные базы данных Reaxys (Elsevier) и SciFinder (Chemical Abstracts Service), а также полные тексты статей, монографий и книг.

Теоретическая интерпретация полученных экспериментальных данных согласуется с литературными данными по процессам, родственными обнаруженным и исследованным в настоящей работе.

Идея базируется на обобщении и анализе литературных данных в области процессов окислительного кросс-сочетания – бурно развивающегося направления современной органической химии. **Отправной точкой** послужили проведенные автором ранее исследования по синтезу органических циклических пероксидов и реакций окисления с их участием.

Личный вклад соискателя состоит в выборе направлений исследований, постановке конкретных задач и определении методов их решения. Все выводы работы основаны на результатах, полученных автором лично или при его непосредственном участии. Автор руководил научно-исследовательскими и выпускными квалификационными работами студентов РХТУ им. Д.И. Менделеева, и осуществлял со-руководство научно-исследовательскими работами аспирантов ИОХ РАН. Под руководством и со-руководством автора по теме данной работы подготовлены и защищены 6 дипломных работ, а также 3 диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук (О.В. Битюков 2020 г.; Я.А. Барсегян 2023 г.; С.С. Гришин 2025 г). Автором лично написана большая часть текстов статей и обзоров по теме диссертации.

Диссертация охватывает различные аспекты поставленной научной задачи по разработке методологии образования связей углерод-углерод и углерод-гетероатом в результате окислительных процессов с участием двух видов окислителей: ацилпероксидов и анодных процессов, изучению механизмов обнаруженных превращений, возможности использования различных каталитических систем. Работа характеризуется наличием

внутренней логики, взаимосвязью составных частей, обоснованностью и четкой формулировкой выводов. Публикации и автореферат в полной мере отражают основное содержание работы.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая 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), а именно, в диссертации разработаны следующие теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение:

- Методы синтеза β -гидроперокси- β -пероксилактонов, β -гидрокси- β -пероксилактонов, β -алкокси- β -пероксилактонов, γ -гидроперокси- γ -пероксилактонов и γ -гидрокси- γ -пероксилактонов на основе взаимодействия кетозэфиров с пероксидом водорода с вовлечением карбонильной и сложноэфирной групп в реакции пероксидирования.

- Реакции окислительного C-O сочетания диацилпероксидов с β -дикарбонильными, *N*-гетероциклическими соединениями, простыми эфирами, кетонами, алканами и бороновыми кислотами, в которых диацилпероксид выступает и как окислитель, и как O-компонент.

- Методы окислительной функционализации (ацилоксилирования, перфторалкилирования и оксигалогенирования) и построения *N*-гетероциклических систем на основе многостадийных процессов с участием электрического тока с использованием доступных субстратов с фрагментами C=C и C-H.

На основании этого Диссертационный совет принял решение присудить Виль Вере Андреевне учёную степень доктора химических наук по специальности 1.4.3. — Органическая химия.

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

Председатель диссертационного совета
академик РАН



М.П. Егоров

Ученый секретарь
диссертационного совета д.х.н.



Г.А. Газиева

15 октября 2025 г.

Подписи М.П. Егорова и Г.А. Газиевой заверяю
Ученый секретарь ИОХ РАН, к.х.н.



И.К. Коршевец

