

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.165.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«ИРКУТСКИЙ ИНСТИТУТ ХИМИИ ИМ. А.Е. ФАВОРСКОГО
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» (ИРИХ СО РАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 23 декабря 2025 г. № 9

О присуждении **Быкову Василию Николаевичу**, гражданину РФ, учёной степени кандидата химических наук.

Диссертация «Строение и реакционная способность фотопереключаемых *пери*-арилоксихинонов» по специальности 1.4.3. Органическая химия принята к защите 14 октября 2025 г., протокол № 7 диссертационным советом 24.1.165.01 (Д 003.052.01), созданным на базе ФГБУН Федерального исследовательского центра «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН»; 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1; приказ о создании совета №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Быков Василий Николаевич, 1997 года рождения, в 2021 г. окончил ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» с присвоением квалификации магистра по направлению «Продукты питания из растительного сырья».

С 1 сентября 2021 г. по 31 августа 2025 г. обучался в очной аспирантуре по направлению 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии в ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». Справка о сдаче кандидатских экзаменов по специальности 1.4.3. - органическая химия выдана в 2025 г. ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». В настоящее время работает младшим научным сотрудником в лаборатории фотофункциональных материалов ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» и в лаборатории фотоактивных соединений в ФГБУН Федеральном исследовательском центре «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН».

Диссертационная работа выполнена в лаборатории фотофункциональных материалов ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» и в лаборатории фотоактивных соединений в ФГБУН Федеральном исследовательском центре «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН».

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор кафедры химии и биотехнологии им. В.В. Тутуриной, заведующий лабораторией фотофункциональных материалов ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» и заведующий лабораторией фотоактивных соединений в ФГБУН Федеральном исследовательском центре «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН» Львов Андрей Геннадьевич.

Официальные оппоненты:

1. Тихомиров Александр Сергеевич, доктор химических наук, доцент, заведующий лабораторией синтеза антибиотиков, преодолевающих резистентность ФГБНУ Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков имени Г.Ф. Гаузе;

2. Беликов Михаил Юрьевич, кандидат химических наук, доцент кафедры органической и фармацевтической химии ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» в своем положительном отзыве, подписанном Ожоговым Ильей Вячеславовичем, кандидатом химических наук, старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией специального органического синтеза Научно-исследовательского института физической и органической химии отметила, что **актуальность** исследования не вызывает сомнения и обусловлена как фундаментальной значимостью изучения фотоиндуцированных арилотропных перегруппировок, так и практическим потенциалом *пери*-арилоксихинонов для создания фотоуправляемых систем.

Основные результаты работы содержат необходимые для диссертационной работы элементы **научной новизны и практической значимости** и демонстрируют не просто накопление новых данных, а целостный, многоуровневый вклад в химию *пери*-арилоксихинонов: от целенаправленного молекулярного дизайна, частично решившего проблему стабильности, через глубокое понимание зависимости “структура - свойства” до открытия принципиально новой фотоуправляемой реакции и установления фундаментальных структурных основ фотоактивности этого класса соединений.

Замечания по диссертации связаны с неточностями и опечатками, нелогичной нумерацией соединений в литературном обзоре.

Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым ВАК Минобрнауки России, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 — органическая химия.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, все по теме диссертации, **3 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях** (Chem. Eur. J., 27 стр.; J. Am. Chem. Soc. 7 стр.; ChemPhotoChem, 7 стр.).

Все работы выполнены при непосредственном участии соискателя: анализ литературных данных, планирование и выполнение экспериментов, интерпретация результатов, подготовка и написание публикаций; интересы соавторов не затронуты. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных Быковым В.Н.

Публикации посвящены изучению фотохромных свойств и реакционной способности фотопереключаемых *пери*-арилоксихинонов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Lvov, A. G. Revisiting Peri-Aryloxyquinones: From a Forgotten Photochromic System to a Promising Tool for Emerging Applications / A. G. Lvov, L. S. Klimenko, V. N. Bykov, S. Hecht // Chem. Eur. J. – 2024. – Vol. 30. – e202303654

2. V. N. Bykov Activation of anthraquinone's electrophilicity by light for a dynamic C-O bond / V. N. Bykov, S. A. Ukhanev, I. A. Ushakov, A. V. Vologzhanina, E. A. Antsiferov, L. S. Klimenko, A. G. Lvov // J. Am. Chem. Soc. – 2024. – Vol. 146. – P. 1799-1805.

3. V. N. Bykov Efficient Photoswitching of Aryloxy-Substituted Naphthacenequinones / V. N. Bykov, A. A. Faizdrakhmanova, I. A. Ushakov, I. E. Mikhailov, G. A. Dushenko, Y.M. Artyushkina, A. V. Vologzhanina, A. G. Lvov // ChemPhotoChem. – 2025. – Vol. 9. – e202500220.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы от д.х.н. Куропатова В.А. и к.х.н. Мартянова К.А. (ФГБУН Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН); д.х.н. Логинова Д.А. (ФГБУН Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН); д.х.н. Груздева Д.А. (ФГБУН Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН); д.х.н., проф. Сухорукова А.Ю. (ФГБУН Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН); к.х.н. Абель А.С. (ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова); к.х.н. Комогорцева А.Н. (ФГБУН Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН).

В отзывах отмечается, что работа обладает высокой научной новизной и имеет высокое практическое значение, вносит заметный вклад в изучение реакционной способности и строения фотопереключаемых *пери-ариллоксихинонов*. Полученные результаты являются **новыми** и закладывают основу для развития методологии использования фотоиндуцированных превращений. Изучение механизма этих превращений имеет существенную **практическую ценность**, поскольку позволяет сделать выводы о взаимосвязи фотофизических свойств системы от структуры основных и вспомогательных компонентов, а фотохромизм в кристаллическом состоянии открывает возможности создания фотохромных красителей и фотоуправляемых актуаторов.

Замечания по автореферату носят характер комментариев и вопросов, касающихся подробностей выделения продуктов и воспроизводимости полученных результатов, использования Pd- или Cu-каталитических подходов для синтеза производных нафтаценхинона, а также проведения селекции найденной динамической системы и возможного ее применения.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их несомненной компетентностью в области органической химии и фотохимии, в частности химии хинонов, подтверждаемой соответствующими публикациями. Выбор ведущей организации обосновывается ее широкой известностью своими достижениями в области органической химии и фотохимии, способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- синтезирована серия новых *пери*-арилоксихинонов на основе нафтаценхинона с заместителями различного строения в мигрирующей арильной группе, а также получен ряд фотохромов с устойчивыми к фотодеградации и гидролизу *ана*-изомерами;

- показано, что *пери*-арилоксихиноны образуют фотоуправляемую динамическую ковалентную систему с участием фенолов, в основе которой лежит *окса*-реакция Михаэля, ранее неизвестная в ряду хинонов;

- проведено первое систематическое исследование *пери*-арилоксихинонов методом рентгеноструктурного анализа, которое выявило общую предорганизацию молекул *пери*-арилоксихинонов, способствующую фотохимической арилотропии.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- изучено влияние заместителей в мигрирующей арильной группе на ключевые характеристики *пери*-арилоксихинонов (молярный коэффициент экстинкции, квантовый выход фотореакций, конверсия в фотостационарном состоянии);

- показана возможность многократного переключения *пери*-арилоксихинонов на основе нафтаценхинона с оксадиазольным фрагментом в мигрирующей арильной группе без признаков фотодеградации;

- обнаружено, что *ана*-изомеры *пери*-арилоксихинонов обладают способностью образовывать аддукты с фенолами по *окса*-реакции Михаэля с получением 4-гидрокси-10,10-диарилоксиантрацен-9-онов;

- показано, что реакция *ана*-изомеров с фенолами протекает через циклическое переходное состояние с одновременным образованием связей С-О и О-Н и разрывом другой связи О-Н.

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

- получены фотохромные *пери*-арилоксихиноны, способные к многократному переключению без побочных фотохимических процессов и гидролиза *ана*-изомера;

- впервые показано, что *ана*-изомеры *пери*-арилоксихинонов способны образовывать с фенолами динамические ковалентные системы нового типа. Активация электрофильности с помощью света открывает путь к обмену арилоксигруппами. Найденное явление может быть использовано для функционализации фенол-содержащих поверхностей с образованием светочувствительных материалов;

- показано, что *пери*-арилоксихиноны сохраняют фотохромные свойства в кристаллическом состоянии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- для экспериментальных работ использовалось сертифицированное оборудование, результаты хорошо воспроизводятся;

- теоретические заключения построены на проверяемых данных и согласуются с известными фактами;

- идея базируется на обобщении передового опыта, работа является продолжением систематических исследований по разработке фотопереключаемых *пери*-арилоксихинонов;

- для доказательства структуры и исследования строения синтезированных соединений использованы современные методы исследования: спектроскопия ЯМР на ядрах ^1H , ^{13}C , ^{15}N (в том числе, 2D методики, такие как COSY, NOESY, HSQC, HMBC), масс-спектрометрия, в том числе высокого разрешения, рентгеноструктурный анализ;

- для изучения свойств полученных соединений использовались физико-химические методы, такие как электронная спектроскопия; циклическая вольтамперометрия.

Личный вклад соискателя состоял в поиске, анализе и систематизации литературных источников, планировании и проведении экспериментов, установлении строения полученных соединений и интерпретации экспериментальных данных.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

Часть целевых и промежуточных соединений были предоставлены другими научными группами, вследствие чего создается впечатление, что синтетическая часть диссертационной работы мала. Необходимо уточнить механизм арилотропии, поскольку в литературных данных имеется три возможных пути протекания такой реакции.

Соискатель Быков В.Н. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с критическими замечаниями.

На заседании 23 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Быкову В.Н. учёную степень кандидата химических наук по итогам защиты диссертации, являющейся научно-квалификационной работой, в которой получены фундаментальные данные о синтезе и реакционной способности новых фотопереключаемых *пери*-арилоксихинонов, изучена взаимосвязь между их строением и фотофизическими, фотохимическими свойствами. Работа имеет явный прикладной потенциал в области разработки фотоуправляемых электронных устройств.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 14 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.4.3 - органическая химия, химические науки), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 21, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета
д.х.н.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.х.н.



Иванов Андрей Викторович

Арбузова Светлана Николаевна

25.12.2025 г.