

**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 18.06.2025 г. № 25

О присуждении Карибову Турану Тофику оглы (гражданину Российской Федерации) ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез и фотохимические превращения конденсированных 2-арилфуранов» по специальности 1.4.3. (Органическая химия) принята к защите 16 апреля 2025 г., протокол № 15, 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 Карибов Туран Тофик оглы 1996 года рождения, в 2020 году с отличием окончил факультет химической технологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», диплом магистра с отличием № 103424 4022173. Проходил обучение в аспирантуре ИОХ РАН с 10.09.2020 года по 10.09.2024 года, выдана справка об обучении № 2 от 19 февраля 2025 года. Кандидатские экзамены по истории и философии науки (хорошо), английскому языку (хорошо) и органической химии (отлично) сданы. В настоящее время временно безработный.

Диссертация выполнена в Лаборатории гетероциклических соединений им. академика А. Е. Чичибабина №3 ИОХ РАН; **научный руководитель** — старший научный сотрудник Лаборатории гетероциклических соединений им. академика А. Е. Чичибабина №3 ИОХ РАН, кандидат химических наук Личицкий Борис Валерьевич.

Официальные оппоненты:

Зайцев Кирилл Владимирович, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории биологически активных органических соединений Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»;

Митянов Виталий Сергеевич, кандидат химических наук, доцент кафедры Технологии тонкого органического синтеза и химии красителей Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российской химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева»

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова Российской академии наук в своем **положительном заключении**, подписанном Панченко Павлом Александровичем (доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории фотоактивных супрамолекулярных систем №107 ИНЭОС РАН) и Павловой Мариной Александровичей (кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории фотоактивных супрамолекулярных систем №107 ИНЭОС РАН) указали, что диссертационная работа Карибова Т.Т. по актуальности темы, новизне полученных результатов, практической значимости, достоверности 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, Карибов Туран Тофик оглы, 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, фотохимических подходов в органической химии.

На автореферат поступило 4 положительных отзыва: от к.х.н. А.В. Соколова (руководитель лаборатории новых медицинских материалов и технологий ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России), к.х.н. Д.Н. Небыкова (доцент кафедры технологии органического и нефтехимического синтеза ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»), д.х.н. А.Г. Львова (заведующий лабораторией фотоактивных соединений Иркутского Института химии им. А.Е. Фаворского СО РАН), к.х.н. Д.Н. Томилина (старший научный сотрудник лаборатории неперехватных гетероатомных соединений Иркутского института химии им. А.Е. Фаворского СО РАН). Изложенные замечания по работе не носят принципиального характера, относятся к оформлению автореферата и сводятся к неполноте описания методик проведения синтеза. 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 супрамолекулярной химии №2), д.х.н. Г.А. Газиева (ведущий научный сотрудник лаборатории азотсодержащих соединений № 19), д.х.н. А. Н. Верещагин (заведующий лабораторией и биоцидов им. академика Н.К. Кочеткова № 21), д.х.н. А. Ю. Сухоруков (заведующий лабораторией органических и металл-органических азот-кислородных систем № 9), д.х.н. А. Р. Хомутов (ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярных основ действия физиологически активных соединений Федерального

государственного бюджетного учреждения науки «Институт молекулярной биологии имени В.А. Энгельгардта» РАН).

Соискатель имеет **10 публикаций** по теме диссертации, из которых **7 статей в рецензируемых журналах** и **3 тезиса докладов** на научных конференциях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. B. V. Lichitsky, **T. T. Karibov**, V. G. Melekhina, A. N. Komogortsev, A. N. Fakhrutdinov, M. E. Minyaev, M. M. Krayushkin, General approach to substituted naphtho[1,2-*b*]benzofurans via photochemical 6π -electrocyclization of benzofuranyl containing cinnamonnitriles // *Tetrahedron*. – 2021. – V. 90. – 132207.
2. **T. T. Karibov**, B. V. Lichitsky, V. G. Melekhina, A. N. Komogortsev, The First Example of Photogeneration of a Pyrrole Molecule on the Basis of 6π -Electrocyclization of 2-Arylbenzofurans Containing a Pyrazole Fragment // *Polycyclic Aromatic Compounds*. – 2022. – V. 42. 1–21.
3. A. N. Komogortsev, V. G. Melekhina, B. V. Lichitsky, V. A. Migulin, **T. T. Karibov**, M. E. Minyaev, The multicomponent synthesis of urea substituted 2-arylfurans // *Tetrahedron*. – 2022. – V. 111. – 132716.
4. A. N. Komogortsev, B. V. Lichitsky, **T. T. Karibov**, V. G. Melekhina, Multicomponent synthesis of allomaltol containing 2-aminooxazoles and acid-catalyzed recyclization into substituted furo[3,2-*b*]pyrans // *Tetrahedron*. – 2022. – V. 117-118. – 132836.
5. **T. T. Karibov**, B. V. Lichitsky, V. G. Melekhina, A. N. Komogortsev, Photoinduced 6π -electrocyclization of 2,5-dichlorothiophene containing benzofuranylacrylonitriles as efficient method for the generation of hydrogen chloride // *Journal of Heterocyclic Chemistry*. – 2023. – V. 60. 264–276.
6. B. V. Lichitsky, **T. T. Karibov**, A. N. Komogortsev, V. G. Melekhina, *N,N'*-(2-aryl-2-oxoethane-1,1-diyl)diamides as convenient synthons for the preparation of 3-amido-2-arylbenzofurans // *Tetrahedron*. – 2023. – V. 132. – 133244.

7. T. T. Karibov, B. V. Lichitsky, A. N. Komogortsev, V. G. Melekhina, Amide moiety as analogue of double bond in aza-1,3,5-hexatriene system: Photochemical synthesis of benzofuro[3,2-*c*]isoquinolines // *Tetrahedron*. – 2023. – V. 141. – 133497.

ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны универсальные методы синтеза конденсированных 2-арил- и 2-гетарилфуранов на основе карбо- и гетероциклических енолов и арилглиокселей с последующей различной функционализацией доступными реагентами.

Представлены новые методы синтеза 2-арилфуранов с азотсодержащими заместителями в положении 3, формирующие 1,3,5-гексатриеновую систему.

Изучено фотохимическое поведение производных 2-арилбензофурана, содержащих циннамонитрильные, пиразольные и амидные фрагменты в положении 3.

Разработаны оригинальные фотохимические подходы к синтезу нафто[1,2-*b*]бензофуранов, бензо[*b*]тиено[2,3-*g*]бензофуранов, бензофуоро[3,2-*e*]бензо[*g*]индазолов и бензофуоро[3,2-*c*]изохинолинов.

Предложены эффективные фотогенераторы хлороводорода и пиррола, полученные на основе продуктов, содержащих бензофурановое ядро в мостиковом фрагменте.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Впервые проведено комплексное исследование фотохимического поведения разнообразных конденсированных 2-арилфуранов, содержащих 1,3,5-гексатриеновую систему.

Показано, что рассматриваемые фотореакции открывают доступ к разнообразным полициклическим продуктам, содержащие фурановый фрагмент.

Подробно исследована возможность фотогенерации малых молекул (хлороводорода и пиррола) на основе фотоиндуцируемой 6π -электроциклизации 2-арилбензофуранов, замещенных по положению 3.

Продemonстрирована возможность построения азотсодержащих 2-арилфуранов на основе многокомпонентных реакций с участием различных карбо- и гетероциклических енолов.

Впервые продемонстрировано участие амидной функции как эквивалента боковой двойной связи в аза-1,3,5-гексатриеновой системе для осуществления 6π -электроциклизации при УФ-облучении.

Предложены вероятные механизмы протекания рассматриваемых фотореакций, доказываемые ЯМР-мониторингом, а также выделением промежуточных соединений.

Установлено влияние различных условий на протекание всех рассматриваемых процессов.

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

- ЯМР-спектроскопия;
- масс-спектрометрия;
- рентгеноструктурный анализ;
- традиционные экспериментальные методики органической химии.

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

Разработаны методы синтеза ценных бензофурановых производных с использованием доступных реагентов (кислота Мельдрума, цианамид, фенолы, ацетамид, арилглиоксали, альдегиды, этилформиат и др.), позволяющие региоселективно получать сложные конденсированные структуры, содержащие фурановое ядро.

Представлены фотохимические подходы, позволяющие получать замещенные нафто[1,2-*b*]бензофураны, бензо[*b*]тиено[2,3-*g*]бензофураны,

бензофуоро[3,2-*e*]бензо[*g*]индазолы, бензофуоро[3,2-*c*]изохинолины, труднодоступные традиционными способами.

Предложены новые эффективные фотогенераторы пиррола и сильной кислоты — хлороводорода на основе замещенных бензофуранилакрилонитрилов.

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 и ^{13}C ЯМР спектроскопия, масс-спектрометрия и рентгеноструктурный анализ. Используются современные системы сбора и обработки научно-технической информации: электронные базы данных Reaxys (Elsevier), SciFinder (Chemical Abstracts Service) и Web of Science (Thomson Reuters).

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

Личный вклад соискателя состоит в поиске, анализе и обобщении научной информации по тематике исследования, выполнении описанных в диссертации химических экспериментов, выделении и очистке образующихся соединений. Диссертант принимал участие в установлении строения полученных соединений с помощью физико-химических и спектральных методов анализа, обрабатывал и интерпретировал полученные результаты. Соискатель осуществлял апробацию работ на конференциях и выполнял 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 разработаны оригинальные фотохимические подходы к синтезу нафто[1,2-*b*]бензофуранов, бензо[*b*]тиено[2,3-*g*]бензофуранов,

бензофуоро[3,2-*e*]бензо[*g*]индазолов, бензофуоро[3,2-*c*]гизохинолинов. Таким образом, диссертационная работа 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), и диссертационный совет принял решение присудить Карибову Турану Тофику оглы учёную степень кандидата химических наук по специальности 1.4.3. — органическая химия.

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.

Заместитель председателя
диссертационного совета
д.х.н.

Верещагин А.Н. Верещагин

Ученый секретарь
диссертационного совета д.х.н.

Газиева

Г.А. Газиева

Подписи А.Н. Верещагина и Г.А. Газиевой заверяю

Ученый секретарь ИОХ РАН, к.х.н.

Коршевец

И.К. Коршевец

18 июня 2025 г.

