



Уральский федеральный университет

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

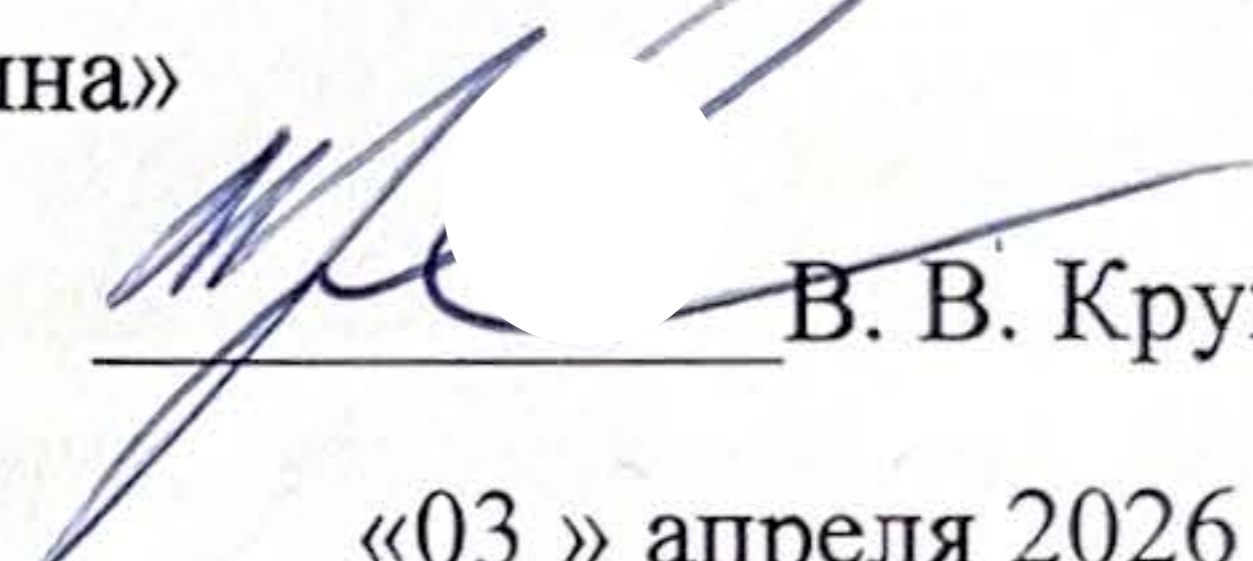
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

ул. Мира, 19, Екатеринбург, 620062, тел.: +7 (343) 375-45-07
контакт-центр: +7 (343) 375-44-44, 8-800-100-50-44 (звонок бесплатный)
e-mail: rector@urfu.ru, www.urfu.ru
ОКПО 02069208, ОГРН 1026604939855, ИНН/КПП 6660003190/667001001

03 АПР 2026 № 55.26 - 06/36
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель проректора по
науке ФГАОУ ВО «Уральский
федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н.
Ельцина»


В. В. Кружаев
«03 » апреля 2026 года

ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» на диссертационную работу Магкоева Таймураза Тамерлановича «Синтез и превращения 2-(2-азидостирил)фуранов», представленную в диссертационный совет 24.2.398.05 при Северо-Кавказском федеральном университете на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия

Ароматические соединения входят в состав многих сложных молекул, в том числе в структуры живых систем. Модификация таких соединений является основой создания антиметаболитов, применяемых в качестве средств для лечения больных вирусными и микробными заболеваниями и в лечении раковых заболеваний. Большинство химических соединений, являющихся неотъемлемой частью всех живых систем, являются ароматическими и гетероароматическими. Поэтому особое внимание многих исследователей уделяется получению структурных аналогов таких соединений с использованием различных химических реакций. После провозглашения дважды Нобелевским лауреатом Барри Шарплессом концепции клик-химии происходит развитие новой методологии органического синтеза, направленной на разработку атом-экономичных, экологически чистых и препаративно удобных методов получения органических соединений. Так, во многом именно по этой причине, особенно актуальными являются исследования реакционной способности функциональных групп, которые могут легко превращаться в полициклические соединения сложной структуры. Одним из предшественников нитренов, высокоактивных частиц, широко используемых в новой методологии органического синтеза, являются азиды. Они активно применяются в

различных научно-исследовательских лабораториях как в России, так и за рубежом для получения самых разнообразных органических соединений, а также находят применение в биологической химии для исследования биологических объектов.

Магкоев Т. Т. осуществил вовлечение электрофильных азотистых частиц (нитренов) с фураном в единый химический процесс. Прикладная и научная ценность такого сочетания предполагает (и диссертант продемонстрировал это в своих исследованиях) возможность генерирования азотистых гетероциклических соединений путем простых химических превращений.

Все вышесказанное свидетельствует о том, что диссертационное исследование Магкоева Т. Т., в котором в значительной степени представлены синтез и исследования гетероароматических азидов и фуранов, является актуальным.

Диссертационная работа Магкоева Т. Т. написана на 113 страницах и построена классическим образом: состоит из введения, литературного обзора, обсуждения результатов собственного исследования, экспериментальной части, заключения и списка использованной литературы, включающего 118 наименований.

Во введении диссертантом дано обоснование актуальности выполненного исследования, обозначены его цель и задачи, указаны научная новизна, теоретическое и практическое значение полученных результатов, положения, выносимые на защиту, степень апробации работы, степень достоверности и личный вклад автора.

Целью рецензируемой работы является выявление закономерностей взаимодействия азидной группы и фуранового ядра в субстратах с конкурирующими реакционными центрами на примере 2-(2-азидостирил)-5-метилфуранов и 2-(2-азидофенил)-этен-1,1-диил)-*бис*-(2-метилфурана), а также разработка, на основе выявленных закономерностей, региоселективных методов синтеза производных индола и хинолина и изучение реакционной способности полученных соединений.

В соответствии с поставленной целью исследования Магкоевым Т. Т. были сформулированы следующие **задачи**:

- разработка нового препаративно удобного метода синтеза (гет)арилметилфосфониевых солей, включая фурфурилфосфониевые соли;
- поиск метода синтеза (*бис*-(5-метилфуран-2-ил)-метил)-дифенилфосфиноксида для получения *геминально* дизамещенных производных 2-азидо-стирола;
- исследование фотолитического, термолитического и каталитического разложения азидной группы в производных 2-(2-азидостирил)-5-метилфурана и 2-(2-азидофенил)-этен-1,1-диил)-*бис*-(2-метилфурана).

Результатам собственного исследования Магкоева Т. Т. предшествует подробный и качественный обзор литературных данных, который непосредственно связан с темой диссертационного исследования о реакциях органических азидов, применяемых в синтезе гетероциклов, написанный на 23 страницах машинописного текста, который включает:

1. Описание использования органических азидов в синтезе производных пиррола, пиридина и их конденсированных аналогов;
2. Сведения о реакции Кадогана-Сандберга;
3. Данные о взаимодействии азидов с фурановым циклом.

Считаю, что, данный обзор подтверждает актуальность, новизну и практическое значение выбранной Магковым Т. Т. темы и использован диссертантом при выборе условий проведения исследуемых процессов и в прогнозировании их результатов. Литературный обзор хорошо структурирован и написан грамотным научным языком. После его прочтения и ознакомления с результатами диссертационного исследования становятся понятными достижения исследовательской работы Магкова Т. Т.

В Главе 2 (Обсуждение результатов) представлен анализ полученных автором экспериментальных данных. Обсуждение результатов начинается с описания использования органических азидов в синтезе производных пиррола и пиридина и их конденсированных аналогов. Далее приводятся новые научные данные, полученные Магковым Т. Т. при исследовании реакции Кадогана-Сандберга и при изучении взаимодействия азидов с фураном и его производными. Диссертант обосновал необходимость разработки и разработал препаративно-удобный метод синтеза фосфониевых солей. Было показано, что их использование позволяет избежать побочных процессов в синтезе азидостирилфуранов, намеченных автором для дальнейших исследований. Магковым Т. Т. было обнаружено, что нагревание бензилового спирта с тетраметилсиланом приводит к образованию бензилбромида. Более того, он показал возможность его использования *in situ*. Диссертантом были разработаны методики синтеза разнообразных фурилфосфониевых солей, успешно использованных в дальнейших исследованиях. Автором также были синтезированы гетероалкилалканы для вовлечения их в реакции Сандберга. Магков Т. Т. осуществил дизайн и синтезировал азиды, содержащие дополнительно двойную связь и фурановый цикл. Эти соединения были им эффективно использованы для исследования двух конкурирующих реакций. Примечательно, что с целью осуществления региоселективной атаки по одному из двух конкурирующих центров, sp^2 -атому или фурановому циклу, Магков Т. Т. провел систематическое исследование реакций термического, каталитического или фотолитического взаимодействия в 2-азидостирилфуранах. При этом он обнаружил исключительное образование пиррольного цикла. Следует отметить, что структура всех полученных соединений, синтезированных Магковым Т. Т., надежно подтверждена методами спектроскопии ЯМР и масс-спектрометрии высокого разрешения. Кроме того, для однозначного подтверждения структуры соединений **14a**, **15r** и **18** были выращены кристаллы и осуществлен рентгеноструктурный анализ, который в случае хинолина **15r** подтвердил *транс*-конфигурацию кетовинильного фрагмента. Несмотря на существующие в тексте диссертации стилистические ошибки и опiski, я считаю, что диссертант в целом показал умение и грамотность при изложении проблем в синтезе планируемых соединений и выявлении новых путей получения соединений, намеченных в дальнейших исследованиях.

Научное и практическое значение результатов диссертационного исследования

Магков Т. Т. разработал новый метод синтеза гетероциклических соединений, в котором ключевой стадией процесса является взаимодействие азидной группы с фурановым циклом, практически не имеющий аналогов в литературе. При выполнении экспериментальных исследований им впервые осуществлено систематическое исследование реакции Сандберга в реакции фуранов с конкурирующими реакционными центрами (двойная связь и фурановый цикл), разработаны региоселективные методы синтеза гетероциклов: 2-фурилинола, 2,3-дифурилинола и 2-ацилвинилхинолина.

Магкоевым Т. Т. разработан препаративно-удобный и эффективный способ получения (гет)арилметилфосфониевых солей. Найден эффективный метод синтеза неопisanного ранее в научной литературе (бис(5-метилфуран-2-ил)-метил)-дифенилфосфиноксида.

Степень достоверности научных положений, выводов, сформулированных в диссертационной работе

Достоверность полученных результатов научного исследования Магкоева Т. Т. подкреплена использованием современных методов исследования строения органических соединений (спектроскопия ЯМР на ядрах ^1H и ^{13}C , масс-спектрометрия высокого разрешения (HRMS), рентгеноструктурный анализ) и воспроизводимостью экспериментальных результатов. В тоже время, полученные результаты согласуются с литературными данными. Выводы корректны, лаконичны и конкретны.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанный автором новый метод синтеза гетероциклических соединений, в котором ключевой стадией процесса является взаимодействие азидной группы с фурановым циклом, осуществление систематического исследования реакции Сандберга для фуранов с конкурирующими реакционными центрами (двойная связь и фурановый цикл); разработанные региоселективные методы получения гетероциклов (2-фурилиндола, 2,3-дифурилиндола и 2-ацилвинилхинолина); разработанный препаративно-удобный и эффективный способ получения (гет)арилметилфосфониевых солей, а также синтез (бис(5-метилфуран-2-ил)-метил)-дифенилфосфиноксида, несомненно, представляют интерес как для химиков-гетероциклистов, так и для специалистов в области медицинской химии и фармакологии, занимающихся разработкой новых лекарственных препаратов. С результатами данного диссертационного исследования следует ознакомить коллективы научных и учебных учреждений, проводящих научно-исследовательские работы, связанные с синтезом и химией гетероциклических соединений: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Новосибирский институт органической химии СО РАН, Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, Уральский Федеральный университет и др. Рекомендую провести исследования биологической активности полученных в диссертации органических соединений.

Замечания по диссертационной работе

Все вышеперечисленное свидетельствуют о высокой квалификации диссертанта, но, несмотря на это, имеются следующие замечания:

1. Схема 57 не удобна для ознакомления. По-видимому, ее следовало разбить на две схемы.
2. Следует пояснить, что происходит при первоначальной обработке соединений 9a-k йодом (схема 51).
3. Считаю, что слово «спирт» в тексте диссертации следовало бы заменить на этанол или этиловый спирт.

4. Магкоев Т. Т. отмечает, что при исследовании соединения **11b** (информации о нем не найдено в экспериментальной части, как и о соединении **11a**) с ДМАД было обнаружено образование соединения **18** (схема 59). Строение этого соединения подтверждено рентгеноструктурным анализом. Объяснить механизм его образования диссертанту не удалось. Считаю, что следовало бы вырастить кристалл соединения **11b** и исследовать его строение с помощью рентгеноструктурного анализа. И, после этого, вернуться к выявлению механизма реакции **11b** с диметиловым эфиром ацетилендикарбоновой кислоты.
5. Экспериментальная часть диссертации Магкоева Т. Т. написана довольно подробно, методики содержат необходимые детали для возможности их повторения. Для всех синтезированных соединений имеются данные о выходах, агрегатном состоянии, температурах плавления, спектров ^1H и ^{13}C ЯМР, масс-спектров высокого разрешения. Однако, хотелось бы в качестве приложения видеть картинки спектров ЯМР хотя бы нескольких представителей каждого класса соединений.
6. При приведении полного названия соединения его номер нужно указывать в скобках (стр. 58).
7. Выглядит странным описание вещества «в виде твердого порошка», или «в виде твердого вещества бледно-оранжевого цвета» (стр. 71). Лучше писать «порошок бледно-оранжевого цвета».
8. В описании спектров ^1H ЯМР уширенный синглет следует сокращать как «уш. с», а не «у. с.».
9. Во многих местах не хватает пробелов между цифрами и словами.
10. Во фразе «прибавили концентрированную соляную кислоту HCl » (стр. 71) нет необходимости указывать ее название буквами и формулой.
11. Названия соединений **10** приведены с прописной буквы, а нужно с заглавной.
12. В общей методике 8 указано, что «продукт кристаллизовали из подходящего растворителя» (стр. 73), однако, далее написано, что все соединения **9** были кристаллизованы из смеси петролейный эфир/этилацетат.
13. В общей методике 9 не указано соотношение растворителей в элюенте. Отсутствует информация о характеристиках соединений **11c,f** в экспериментальной части.
14. Для соединений **14a**, **15r**, **18** выполнен рентгеноструктурный анализ, однако, в экспериментальной части нет сведений о деталях его проведения и характеристиках кристаллов.

Допущенные ошибки и не точности не меняют общего положительного впечатления о диссертационной работе Магкоева Т. Т.

Соответствие содержания автореферата и содержания диссертации. Соответствие содержания диссертации и содержания опубликованных работ

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и оформлен в соответствии с требованиями. Опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации, а также положения, выносимые на защиту. Основное содержание диссертации представлено в трех оригинальных статьях, опубликованных в журналах,

индексируемых ВАК, Scopus и Web of Science, а также в 4 тезисах докладов конференций Всероссийского и международного уровня.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Таким образом, по актуальности, поставленным задачам, научной новизне и практической значимости, а также личному вкладу диссертационная работа Магкоева Таймураза Тамерлановича полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (в последней ред.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Магкоев Таймураз Тамерланович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Отзыв о диссертационной работе соискателя составлен заведующим кафедрой Технологии органического синтеза профессором, доктором химических наук, заслуженным химиком России Бакулевым Василием Алексеевичем обсужден и утвержден на заседании кафедры Технологии органического синтеза ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет», УРФУ 6 марта 2026 г., протокол № 4.

Я, Бакулев Василий Алексеевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.2.398.05 и их дальнейшую обработку в соответствии с требованиями Минобрнауки РФ.

Заведующий кафедрой Технологии органического синтеза ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет», УРФУ, заслуженный химик России, профессор, доктор химических наук
(02.00.03 Органическая химия)

Бакулев Василий Алексеевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Адрес: 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Телефон: +7 (343) 375-45-07

E-mail: rector@urfu.ru

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

