

**Заключения диссертационного совета МГУ.014.1  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

Решение диссертационного совета № 90 от «10» апреля 2024 г.

О присуждении Бойченко Максиму Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Раскрытие донорно-акцепторных циклопропанов азануклеофилами в синтезе гетероциклических соединений» по специальности 1.4.3 – органическая химия принята к защите диссертационным советом протокол № 856 от 28 февраля 2024 г.

Соискатель Бойченко Максим Анатольевич родился 15 июля 1996 года. В 2020 году окончил химический факультет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по программе специалитета по специальности «Фундаментальная и Прикладная химия». С 2020 г. обучается в очной аспирантуре химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Соискатель в настоящее время является аспирантом четвертого года обучения очной аспирантуры химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», а также работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории элементоорганических соединений кафедры органической химии химического факультета указанного университета.

Диссертация выполнена в лаборатории элементоорганических соединений на кафедре органической химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель: кандидат химических наук Иванова Ольга Александровна, ведущий научный сотрудник кафедры органической химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

1. Сухоруков Алексей Юрьевич, доктор химических наук, профессор, ФГБУН «Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН», ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией органических и металл-органических азот-кислородных систем №9

2. Перекалин Дмитрий Сергеевич, доктор химических наук, ФГБУН «Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН», заведующий лабораторией функциональных элементоорганических соединений (№ 133)

3. Феста Алексей Алексеевич, кандидат химических наук, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», факультет физико-математических и естественных наук, кафедра органической химии, старший преподаватель

дали положительные отзывы на диссертацию.

На автореферат поступило 4 дополнительных отзыва, все положительные.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 7 работ, из них 7 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ. Вклад соискателя в эти работы, опубликованные в соавторстве, является значительным:

1. Boichenko M.A., Plodukhin A.Yu., Shorokhov V.V., Lebedev D.S., Filippova A.V., Zhokhov S.S., Tarasenko E.A., Rybakov V.B., Trushkov I.V., Ivanova O.A. Synthesis of 1,5-Substituted Pyrrolidin-2-ones from Donor-Acceptor Cyclopropanes and Anilines/Benzylamines // *Molecules*. – 2022. – V. 27. – № 23. – P. 8468. IF (WoS) 4.673, 1.3125 п.л., 30%.

2. Boichenko M.A., Anisovich K.V., Shad M.S., Zhokhov S.S., Rybakov V.B., Dehaen W., Trushkov I.V., Ivanova O.A. Oxidative cyclization of 5-aryl-1-benzyl-1,2,3-triazoles bearing electron-rich aromatic groups: ortho/ortho and ortho/ipso coupling // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – 2021. – V. 57. – № 7-8. – P. 817–822. IF (WoS) 1.356, 0.375 п.л., 32%.

3. Boichenko M.A., Andreev I.A., Chagarovskiy A.O., Levina I.I., Zhokhov S.S., Trushkov I.V., Ivanova O.A. Ring Opening of Donor–Acceptor Cyclopropanes with Cyanide Ion and Its Surrogates // *The Journal of Organic Chemistry*. – 2020. – V. 85. – № 2. – P. 1146–1157. IF (WoS) 4.277, 0.75 п.л., 33%.

4. Boichenko M.A., Chagarovskiy A.O., Rybakov V.B., Trushkov I.V., Ivanova O.A. Dimethyl 2-{{[2-(2-methoxy-1-methoxycarbonyl-2-oxoethyl)-4,5,7-trimethoxy-3-(2,4,5-trimethoxyphenyl)-2,3-dihydro-1H-inden-1-yl]methyl}malonate // *MolBank*. – 2020. – V. 2020. – № 1. – M1107. SJR (Scopus) 0.148, 0.5 п.л., 30%.

5. Boichenko M.A., Babkin I.Yu., Kobylskoy S.G., Chagarovskiy A.O., Ivanova O.A., Trushkov I.V. 4b,5,6,9-Tetrahydro-7H-dibenzo[c,e]pyrrolo[1,2-a]azepin-7-one // *MolBank*. – 2019. – V. 2019. – № 2. – M1061. SJR (Scopus) 0.148, 0.4375 п.л., 30%.

6. Boichenko M.A., Ivanova O.A., Andreev I.A., Chagarovskiy A.O., Levina I.I., Rybakov V.B., Skvortsov D.A., Trushkov I.V. Convenient approach to polyoxygenated dibenzo[*c,e*]pyrrolo[1,2-*a*]azepines from donor–acceptor cyclopropanes // *Organic Chemistry Frontiers*. – 2018. – V. 5. – № 19. – P. 2829–2834. IF (WoS) 5.233, 0.375 п.л., 32%.

7. Boichenko M.A., Chagarovskiy A.O. Recent achievements in the synthesis of dibenz[*c,e*]azepines // *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. – 2017. – V. 53. – № 12. – P. 1280–1282. IF (WoS) 1.356, 0.1875 п.л., 35%.

Выбор официальных оппонентов обосновывался компетентностью данных ученых в области разработки методов синтеза гетероциклических соединений, а также имеющимися у них научными публикациями по темам, родственным теме диссертации, и способностью определить научную и практическую значимость исследования.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задач, имеющих значение для развития органической химии:

- Разработан метод раскрытия ДА циклопропанов триметилсилилцианидом, позволяющий в одну стадию получать 2-(гет)арил-2-цианоэтилзамещенные малонаты.
- Разработан метод синтеза 5-арил-1-бензилпирролидин-2-онов из  $\gamma$ -азидоэфиров, образующихся при раскрытии ДА циклопропанов азидом натрия.
- Разработана четырехстадийная методика телескопического синтеза 1,5-дизамещенных пирролидонов из ДА циклопропанов без очистки промежуточных соединений, первой стадией в которой является каталитическое раскрытие малого цикла аминами..
- Разработан метод синтеза тетрагидродибензо[*c,e*]пирроло[1,2-*a*]азепинов из 5-арил-1-бензилпирролидин-2-онов по реакции окислительного ароматического сочетания. Обнаружено, что эта реакция может сопровождаться необычной перегруппировкой.
- некоторые полученные в данной работе пирролидоны и дибензо[*c,e*]пирроло[1,2-*a*]азепины проявляют умеренную цитотоксичность по отношению к клеточным линиям НЕК-293, MCF-7, A549, PC3, VA13.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку.

- Нуклеофильное раскрытие ДА циклопропанов цианид-ионом может быть успешно реализовано при использовании синтетического эквивалента цианид-иона –

триметилсилилцианида – в присутствии катализатора: трис(пентафторфенил)борана или трифторметансульфоновой кислоты..

- На основе использования азидоэфиров, полученных в результате раскрытия ДА циклопропанов азид-ионом, разработан метод синтеза 5-арил-1-бензилпирролидонов, содержащих различные заместители в ароматических фрагментах.
- Реакция катализируемого кислотами Льюиса раскрытия ДА циклопропанов анилинами и бензиламинами позволяет получать 1,5-дизамещенные пирролидин-2-оны. Данный подход может быть использован для синтеза оптически активных соединений.
- Из полиоксигенированных 5-арил-1-бензилпирролидонов реакцией окислительного сочетания могут быть получены тетрагидродибензо[*c,e*]пирроло[1,2-*a*]азепины. В ряде случаев это сочетание может протекать с необычной миграцией одного из ароматических фрагментов. Аналогичная миграция была продемонстрирована на примере дизамещенных 1,2,3-триазолов.
- Ряд синтезированных гетероциклических соединений проявляет умеренную цитотоксичность по отношению к некоторым клеточным линиям. 1-Арил-5-стирил-замещенные пирролидоны и замещенные тетрагидропирроло[1,2-*a*]хинолиноны ингибируют рост микротрубочек тубулина в клетках.

На заседании 10.04.2024 года диссертационный совет принял решение присудить Бойченко Максиму Анатольевичу ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них докторов наук по специальности 1.4.3 «Органическая химия» - 9, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 14 «против» – 0, «недействительных бюллетеней» – 0.

Председатель диссертационного совета,  
МГУ.014.1 доктор химических наук,  
профессор, академик РАН

Белецкая И.П..

Ученый секретарь совета, к.х.н.

Малошицкая О. А.