

Председателю диссертационного совета

24.1.218.02 при УФИЦ РАН

д-ру хим. наук, проф. Хурсану С.Л.

**Заключение экспертной комиссии диссертационного совета 24.1.218.02
по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук на базе Федерального государственного бюджетного
научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра
Российской академии наук**

от «16» марта 2026 г. по ознакомлению с диссертационной работой

Салахутдинова Рустама Ринатовича, представленной на соискание

ученой степени кандидата химических наук по специальности

1.4.3. Органическая химия

Председатель комиссии:

д-р хим. наук Кадикова Гульнара Назифовна

Члены комиссии:

д-р хим. наук, проф. Халилов Леонард Мухибович

д-р хим. наук, доц. Парфенова Людмила Вячеславовна

Комиссия диссертационного совета 24.1.218.02, ознакомившись с диссертационной работой Салахутдинова Рустама Ринатовича на тему «Синтез бораспиракарбоциклов по реакции циклоборирования метилиденциклоалканов с помощью галогенидов бора, катализируемой Cr_2TiCl_2 » на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия, пришла к следующему заключению:

1. Актуальность темы

Спироциклические соединения, содержащие в своей структуре гетероатомы, широко востребованы в органической и медицинской химии. Фрагменты спирогетероциклов встречаются в структурах биологически активных соединений и лекарственных препаратов, причем наличие спирофрагмента является важным фактором, обуславливающим биологическую активность. Спиросоединения, состоящие из колец малого или среднего размера, представляют собой достаточно жесткие молекулы, что обеспечивает пространственно организованную основу для присоединения фармакофорных групп. Кроме того, спирогетероциклы рассматриваются в качестве строительных блоков в синтезе новых материалов, технологиях создания трехмерных

пространственных структур.

Основная часть спирогетероциклов – это углерод-, кислород-, азот- и серосодержащие спираны, в то время как борсодержащие аналоги практически не изучены. Анализ литературных данных показал, что бораспирокарбоциклы являются достаточно редкими соединениями, о получении и свойствах которых сообщается лишь в нескольких публикациях. Известные примеры синтеза основаны на реакции [2+2]-циклоприсоединения борандиилбориранов к ацетиленам или ацетону при низких температурах. При этом каталитические методы синтеза бораспирокарбоциклов отсутствуют. Нестабильность борсодержащих спиросоединений и, как следствие, сложность идентификации их структуры спектральными методами явилось препятствием к развитию исследований в области их синтеза и изучения свойств. Разработанная в ИНК УФИЦ РАН каталитическая реакция циклоборирования α -олефинов с помощью галогенидов бора под действием катализатора Cr_2TiCl_2 позволяет в одну препаративную стадию получать трехчленные циклические борорганические соединения (борираны). Опираясь на данные исследования, нами выдвинута идея о возможности построения спиросочлененных с циклоалканами бориранов путем использования в реакции метилиденциклоалканов в качестве непределных соединений, что позволит расширить границы приложения данной реакции и получать ранее труднодоступные классы борсодержащих спироциклов.

Учитывая вышеизложенное, а также тот факт, что борорганические соединения широко используются в различных областях науки и техники, синтез новых классов борсодержащих спиросоединений с применением разработанной реакции каталитического циклоборирования олефинов с помощью галогенидов бора является важной и актуальной задачей органической химии и представляет не только теоретический, но и практический интерес.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Личный вклад Салахутдинова Р.Р. состоит в анализе литературных данных по теме диссертации, непосредственном проведении экспериментальных работ, обсуждении и оформлении полученных результатов исследований и апробации работы.

3. Достоверность результатов проведенных исследований

Достоверность представленных результатов обеспечивается высоким методическим уровнем выполнения работы и базируется на значительном объеме экспериментальных данных, полученных с использованием современного аналитического оборудования (одномерной (^1H , ^{13}C , ^{11}B , ^{19}F) и двумерной гомо- (COSY, NOESY) и гетероядерной (HSQC, HMBSC) спектроскопии ЯМР, масс-спектрометрии, ИК-спектроскопии).

4. Научная новизна и практическая значимость

В данной работе впервые циклоборированием метилиденциклоалканов с помощью PhBCl_2 в присутствии каталитической системы $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2/\text{Mg}$ получены 1-фенил-1-бораспираны. Взаимодействием метилиденциклоалканов с $\text{BF}_3 \cdot \text{TГФ}$ в присутствии катализатора Cr_2TiCl_2 и Mg осуществлен синтез новых 1-фторзамещенных бораспиранов в виде комплексов с ТГФ. Впервые с использованием метода каталитического циклоборирования олефинов с помощью $\text{BF}_3 \cdot \text{TГФ}$ и дихлорборанов $\text{RBCl}_2 \cdot \text{SMe}_2$ ($\text{R} = \text{экзо-норборнил}$, циклооктил) в присутствии Cr_2TiCl_2 и Mg синтезированы борсодержащие производные адамантана – спиро[адамантан-2,2'-борираны]. В условиях Ti-катализируемой реакции циклоборирования с помощью трифторида бора или *экзо-норборнил*дихлорборана получены новые борсодержащие спиротерпеноиды на основе терпенов и их метиленовых производных (β -пинена, (-)-камфена, метиленментана и метиленборнана).

Практическая значимость заключается в создании научных основ направленного синтеза труднодоступных 1-фтор(фенил,циклоалкокси)-замещенных спироборакарбоциклов с применением каталитической реакции циклоборирования метилиденциклоалканов галогенидами бора под действием каталитической системы $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2/\text{Mg}$. Полученные в диссертационной работе новые результаты вносят вклад в развитие методологических аспектов химии борорганических соединений и расширение знаний в области направленного синтеза труднодоступных спироборакарбоциклов. Простота синтеза и доступность исходных соединений и реагентов позволяют сделать вывод, что данный подход к построению бораспиранов может быть использован для создания современных методов получения борсодержащих биологически активных соединений.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные научные результаты диссертации изложены в 5 статьях в журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и РИНЦ, тезисах 6 докладов на всероссийских и международных конференциях, 2 патентах РФ.

Требования к публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренные пунктами 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, выполнены.

Наиболее значимыми являются следующие работы:

1. Khusainova, L.I. α,ω -Dienes in Cr_2TiCl_2 -catalyzed synthesis of boriranes / L.I.Khusainova, L.O. Khafizova, T.V. Tyumkina, R.R. Salakhutdinov, U.M. Dzhemilev – DOI:

- 10.1016/j.jorganchem.2021.121981 // Journal of Organometallic Chemistry. – 2021. – V. 950. – 121981.
2. Тулябаева, Л.И. Циклоборирование метиленовых производных монотерпенов с помощью $\text{BF}_3 \cdot \text{THF}$, катализируемое Cr_2TiCl_2 / Л.И. Тулябаева, **Р.Р. Салахутдинов**, Т.В. Тюмкина, А.Р. Тулябаев. – DOI: 10.1007/s11172-023-4046-0 // Известия АН. Серия химическая. 2023. Т. 72. № 10. – С. 2446–2452.
 3. Тулябаева, Л.И. Первый пример синтеза нового класса спироборакарбоциклов реакцией циклоборирования метиленциклоалканов с помощью PhBCl_2 , катализируемой Cr_2TiCl_2 / Л.И. Тулябаева, **Р.Р. Салахутдинов**, Т.В. Тюмкина, У.М. Джемилев. – DOI: 10.1134/S107042802212020X // Журнал органической химии. – 2023. – Т. 59. – № 2. – С. 228–236.
 4. Тулябаева, Л.И. Взаимодействие метиленциклоалканов с $\text{BF}_3 \cdot \text{THF}$, катализируемое Cr_2TiCl_2 / Л.И. Тулябаева, **Р.Р. Салахутдинов**, Т.В. Тюмкина, А.Р. Тулябаев, М.Ф. Абдуллин. – DOI: 10.31857/S0514749224010065 // Журнал органической химии. – 2024. – Т. 60. – № 1. – С. 75–85.
 5. Тулябаева, Л.И. Однореакторный метод синтеза спиро[адамantan-2,2'-бориранов] по реакции циклоборирования метиленаадамантана с помощью галогенидов бора, катализируемой Cr_2TiCl_2 / Л.И. Тулябаева, **Р.Р. Салахутдинов**, Т.В. Тюмкина, А. Р. Тулябаев, М.Ф. Абдуллин. – DOI: 10.1007/s11172-024-4308-5 // Известия АН. Серия химическая. 2024. Т. 73. № 7. – С. 1907–1915.

6. Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа соответствует отрасли науки «Химические науки» и паспорту научной специальности 1.4.3. Органическая химия, а именно пунктам:

1. –Выделение и очистка новых соединений;
3. – Развитие рациональных путей синтеза сложных молекул;

7. Ценность научных работ соискателя

Полученные в диссертационной работе новые результаты вносят вклад в развитие методологических аспектов химии борорганических соединений и расширение знаний в области направленного синтеза труднодоступных спироборакарбоциклов. Простота синтеза и доступность исходных соединений и реагентов позволяют сделать вывод, что данный подход к построению бораспиранов может быть использован для создания современных методов получения борсодержащих биологически активных соединений.

8. Проверка диссертации на наличие заимствованного материала без ссылки на авторов

В тексте диссертации соискатель ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, также отмечает полученные лично и (или) в соавторстве результаты, что говорит о соблюдении требований, установленных **пунктом 14 Положения о присуждении ученых степеней**. Итоговая оценка оригинальности по системе проверки использования заимствованного материала без ссылки на автора составила 89,89 %, что включает самоцитирование (35,81 %) (заключение экспертной комиссии и автоматический отчет прилагаются).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспертная комиссия единогласно решила, что диссертация Салахутдинова Рустама Ринатовича на тему «Синтез бораспиракарбоциклов по реакции циклоборирования метилиденциклоалканов с помощью галогенидов бора, катализируемой Cr_2TiCl_2 », представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия, представляет собой научно-квалификационную работу, которая полностью соответствует критериям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствует заимствованный материал без ссылок на авторов или источники заимствования. Текст диссертации, представленный в диссертационный совет 24.1.218.02, идентичен тексту диссертации, размещенному на сайте организации (www.ufagas.ru). Диссертация Салахутдинова Рустама Ринатовича на тему «Синтез бораспиракарбоциклов по реакции циклоборирования метилиденциклоалканов с помощью галогенидов бора, катализируемой Cr_2TiCl_2 » может быть принята диссертационным советом 24.1.218.02 к защите по научной специальности 1.4.3. Органическая химия.

Рекомендовать официальными оппонентами следующих специалистов:

Кузнецова Валерия Владимировича - доктора химических наук (02.00.03 – Органическая химия), профессора Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (ФГБОУ ВО УГНТУ); 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1; сайт <https://rusoil.net/>; e-mail: kuzmaggy@mail.ru; ректор ФГБОУ ВО УГНТУ, канд техн. наук, доц. Баулин Олег Александрович.

Суслова Евгения Владимировича - кандидата химических наук (1.4.3. – Органическая химия), заместителя директора по научной работе, заведующего лабораторией направленных трансформаций природных соединений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН); 630090. г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, д.9; сайт: <https://web3.nioch.nsc.ru/nioch/index.php/ru/>; e-mail: suslov@nioch.nsc.ru; директор НИОХ СО РАН: д-р физ.-мат. наук, профессор Багрянская Елена Григорьевна.

Рекомендовать ведущую организацию:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» (ФГБУН ФИЦ КазНЦ РАН); 420111, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Лобачевского, 2/31, а/я 261; тел.: +7(843) 231-90-00; сайт: <https://knc.ru/>; e-mail: presidium@knc.ru; директор ФГБУН ФИЦ КазНЦ РАН: д-р физ.-мат. наук, член-корр. РАН Калачев Алексей Алексеевич.

Председатель комиссии:

д-р хим. наук Кадикова Гульнара Назифовна



Члены комиссии:

д-р хим. наук, проф. Халилов Леонард Мухибович

д-р хим. наук, доц. Парфенова Людмила Вячеславовна



« 16 » марта 2026 г.

Заключение

о допустимости выявленного объема текстовых совпадений между текстом диссертации и источниками, авторство которых установлено, для рассмотрения рукописи диссертации как оригинальной научной (квалификационной) работы по диссертации Салахутдинова Рустама Ринатовича на тему «Синтез бораспирокарбоциклов по реакции циклоборирования метилиденциклоалканов с помощью галогенидов бора, катализируемой Cr_2TiCl_2 », представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Экспертная комиссия в составе

председателя комиссии – д-ра хим. наук Кадиковой Гульнары Назифовны,

членов комиссии – д-ра хим. наук, проф. Халилова Леонарда Мухибовича

д-ра хим. наук, доц. Парфеновой Людмилы Вячеславовны

рассмотрела представленный для проведения экспертизы комплект документов в составе:

1. Полный текст диссертации в электронном виде.

2. Распечатка текста диссертации.

3. Автоматический отчет системы «Антиплагиат» о выявленных текстовых совпадениях с указанием ссылок на источники совпадающих фрагментов.

Отчет о выявленных текстовых совпадениях и о количественно оцененной степени близости каждого выявленного совпадения, проведенной в системе Антиплагиат (www.antiplagiat.ru) выявил 10,11 % текстовых совпадений. Содержательная экспертиза текстовых совпадений с учетом ссылок на источники совпадающих фрагментов, детальной информации о совпадающих фрагментах показала, что выявленные совпадения представляют собой цитаты собственных материалов и корректное цитирование источников, с указанием ссылок на них. Таким образом, на основании анализа информации о совпадающих фрагментах, их источниках и количества оцененной степени близости каждого выявленного совпадения комиссия постановила, что выявленный объем текстовых совпадений 10,11 % допустим для рассмотрения рукописи диссертации как оригинальной научной работы. Диссертация Салахутдинова Рустама Ринатовича, выполненная на тему «Синтез бораспирокарбоциклов по реакции циклоборирования метилиденциклоалканов с помощью галогенидов бора, катализируемой Cr_2TiCl_2 » и представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия может считаться полностью оригинальной работой.

Приложение: Автоматический отчет о проверке на плагиат диссертации «Синтез бораспирокарбоциклов по реакции циклоборирования метилиденциклоалканов с помощью галогенидов бора, катализируемой Cr_2TiCl_2 », представленной на соискание ученой степени

кандидата наук по специальности 1.4.3. Органическая химия (система антиплагиат www.antiplagiat.ru).

Пояснения к автоматическому отчету:

1. Источники № 01, 03, 05, 10, 11, 21, 22, 26, 31,34,40,42, 50 содержат общепринятые аббревиатуры и расшифровки, часто употребляемые фразы и словосочетания, не являющиеся предметом авторской работы.

Председатель комиссии:

д-р хим. наук Кадикова Гульнара Назифовна

Члены комиссии:

д-р хим. наук, проф. Халилов Леонард Мухибович

д-р хим. наук, доц. Парфенова Людмила Вячеславовна

Председатель диссертационного совета 24.1.218.02

д-р хим. наук, проф.

Ученый секретарь диссертационного совета 24.1.218.02

д-р хим. наук, доц.



Хурсан С.Л.

Травкина О.С.

« 16 » _____ марта _____ 2026 г.