

## ОТЗЫВ

**Глушкова Владимира Александровича**

на автореферат диссертации Салахутдинова Рустама Ринатовича «Синтез бораспирокарбоциклов по реакции циклоборирования метилиденциклоалканов с помощью галогенидов бора, катализируемой  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2$ », представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 – Органическая химия.

Диссертационная работа Салахутдинова Рустама Ринатовича посвящена разработке методов синтеза труднодоступных конвенциональными методами бораспирокарбоциклов в результате каталитического циклоборирования метиленициклоалканов ди- и тригалогенидами бора в присутствии двухкомпонентной каталитической системы  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2/\text{Mg}$ .

Работа соответствует паспорту специальности 1.4.3 – органическая химия, п. 1 – «Выделение и очистка новых соединений» и п. 3 «Развитие рациональных путей синтеза сложных молекул».

**Актуальность исследования.** Борорганические соединения широко используются в различных областях химии. Они малотоксичны, экологичны, обладают полезными свойствами (служат синтонами в органическом синтезе для реакций кросс-сочетания и для других превращений, обладают биологической активностью). Вместе с тем борорганические спиросоединения остаются малоизученным классом веществ. В ИНК УФИЦ РАН недавно была разработана каталитическая реакция циклоборирования олефинов при катализе бинарной системой  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2/\text{Mg}$ , которая дает прямой выход на спиро-боринаны (трехчленные борсодержащие циклы). Подробная разработка данного метода, установление возможностей и ограничений его применимости в органическом синтезе является, несомненно, актуальной задачей.

### **Научная новизна.**

- Впервые разработан способ получения 1-фенил-1-бораспироалканов реакцией циклоборирования метилиденциклоалканов с помощью  $\text{PhBCl}_2$ , при соотношении реагирующих веществ метилиденциклоалкан :  $\text{PhBCl}_2$  :  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2$  :  $\text{Mg} = 1 : 1.1 : 0.2 : 1$  в ТГФ при 20-22 °С в течение 6 ч.

- Взаимодействием метилиденциклоалканов с  $\text{BF}_3 \cdot \text{TGF}$  в присутствии катализатора  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2/\text{Mg}$  осуществлен синтез новых 1-фторзамещенных бора бораспироанов в виде комплексов с ТГФ.

- Реакцией каталитического циклоборирования метиленадамантана с помощью дихлорборанов  $RBCl_2$  ( $R =$  циклооктил, экзо-борнил), а также трифторида бора получены новые спиро[адамантан-2,2'-боринаны].

- Синтезированы новые борсодержащие спиротерпеноиды на основе  $\beta$ -пинена, (-)-камфена, метиленментана и метиленборнана.

**Теоретическая и практическая значимость** диссертации. Салахутдиновым Р.Р. созданы научные основы направленного синтеза труднодоступных другими методами 1-фтор(фенил, циклоалкокси)-замещенных спироборакарбоциклов из метилиденциклоалканов каталитической реакцией циклоборирования галогенидами бора с применением каталитической системы  $Cr_2TiCl_2/Mg$ .

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, и их достоверность.**

Выделение новых химических продуктов проводили методами перегонки, возгонки и колоночной хроматографии. Структуры устанавливали с помощью современных физико-химических методов. Это ЯМР спектроскопия (одномерная на ядрах  $^1H$ ,  $^{13}C$ ,  $^{19}F$  и  $^{11}B$ ), а также гетероядерная спектроскопия (методы HMBSC и HSQC), масс-спектрометрия. Проведены квантово-химические расчеты химических сдвигов в спектрах ЯМР с помощью программ «Природа 6.0» (DFT) и GAUSSIAN 09 D.01 методом GIAO B3LYP/cc-hVDZ.

В итоге поставленная автором цель достигнута полностью, задачи успешно решены.

Автореферат построен логично, изложен хорошим научным стилем, аккуратно оформлен. Иллюстративный материал помогает разобраться в тех методологических- и технических сложностях, которые встретил автор в процессе выполнения своей диссертационной работы.

Основные результаты Салахутдинова Р.Р. полностью опубликованы в пяти статьях в журналах, рекомендованных ВАК («Journal of Organometallic Chemistry», «Журнал органической химии», «Известия АН, серия химическая»); результаты работы доложены на научных конференциях в Уфе, Новосибирске, Ростове-на-Дону. Кроме того, имеется два патента («Способ получения спиро[адамантан-2,2'-боринанов]» № 2789126 от 30.01.2023 г. и «Способ получения 1-фенил-1-бораспироалканов» № 2800048 от 17.07.2023 г.).

Подводя итог, можно констатировать, что, судя по автореферату, диссертация Салахутдинова Рустама Ринатовича «Синтез бораспирокарбоциклов по реакции циклоборирования

метиленциклоалканов с помощью галогенидов бора, катализируемой  $\text{Cr}_2\text{TiCl}_2$ » представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научных задач, имеющих значение для современной органической химии. По поставленным задачам, уровню их решения, актуальности и научной новизне автореферат диссертации Салахутдинова Рустама Ринатовича отвечает требованиям, предъявляемым к авторефератам кандидатских диссертаций, и соответствует критериям, изложенным в пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025), а сам Салахутдинов Рустам Ринатович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. – Органическая химия.

Не возражаю против публикации данного отзыва в сети Интернет.

Старший научный сотрудник  
лаборатории биологически активных соединений,  
«Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук», филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ИТХ УрО РАН») 614068, г. Пермь, ул. Академика Королева, 3; тел. 8-342-237-82-72, e-mail: [info@itcras.ru](mailto:info@itcras.ru), официальный сайт [www.itcras.ru](http://www.itcras.ru)  
e-mail оппонента: [glusha55@gmail.com](mailto:glusha55@gmail.com), тел. (342)-237-82-66.  
доктор химических наук по специальности 02.00.03 –органическая химия,  
доцент по специальности 02.00.03 –органическая химия,

29 мая 2026 г.

Глушков Владимир Александрович

Подпись Глушкова В.А. заверяю:  
Ученый секретарь «ИТХ УрО РАН», к. т. н.



29 мая 2026 г.