ОТЗЫВ
официального оппонента
Барановской Василисы Борисовны, доктора химических наук, на диссертацию Турышева Евгения Сергеевича на тему «Липофильные серосодержащие производные *клозо*-декаборатного аниона и их использование для создания мембран селективных потенциометрических сенсоров», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. – Неорганическая химия (Химические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования. Диссертационная работа, представленная Турышевым Евгением Сергеевичем, является фундаментальным и объемным исследованием, направленным на разработку методов синтеза несимметрично-замещенных ди-*S,S*-производных $[2\text{-}B_{10}H_9SRR']^-$ и моно-замещенных *S*-производных $[2\text{-}B_{10}H_9SR]^{2-}$ и получения на их основе полимерных селективных потенциометрических мембран. Полимерные селективные мембраны являются ключевым элементом в потенциометрии, особенно в ионоселективных электродах (ИСЭ). Их применение незаменимо в аналитической химии, клинической диагностике и биотехнологиях, обеспечивая наличие простых, быстрых и недорогих методов определения концентрации ионов в сложных средах. Проводится достаточно обширное число научных работ, направленных на поиск адаптационных решений ИСЭ для конкретных аналитических задач. Поэтому диссертационное исследование, в котором аккумулированы задачи синтеза производных сульфанил-*клозо*-декаборатного аниона, полная характеризация их структуры, состава и физико-химических свойств, получение полимерных потенциометрических мембран и создание на их основе ион-селективных сенсоров для детектирования местных анестетиков в водных растворах, обладающих высокой чувствительностью и избирательностью (селективностью), является **актуальным**, представляет **научный интерес** и имеет большую **практическую** междисциплинарную **значимость**.

Диссертационная работа Е.С. Турышева состоит из 3 глав, включает в себя Введение, Литературный обзор, Экспериментальную часть, Обсуждение результатов и Выводы. Работу завершают Список литературы и Приложение. Диссертационная работа изложена на 139 страницах машинописного текста, содержит 61 рисунок и 18 таблиц.

Глава 1 содержит Литературный обзор, в котором рассмотрены вопросы актуальности применения *клозо*-боратных анионов в различных областях науки и техники, методы получения несимметричных-ди-*S,S*- и моно-*S*-замещенных производных высших бороводородов, их реакционная способность и возможности расширения областей применения. Уделено

особое внимание реализации борсодержащих мембранных компонентов в потенциометрических сенсорах, и свойствам борсодержащих ион-селективных сенсоров, критически обсуждены варианты улучшения ион-селективных электродов.

Глава 2 представляет собой Экспериментальную часть. В ней описаны физико-химические методы анализа, которые были использованы для установления состава и строения полученных соединений, подходы к установлению коэффициентов селективности и пределов обнаружения электродов, процедуры синтеза целевых соединений.

Глава 3 посвящена ключевым направлениям диссертации: методам получения моно-*S*- и несиметрично-ди-*S,S*-замещенных производных $[2\text{-}B_{10}H_9SH]^{2-}$; производных $[2\text{-}B_{10}H_9SH]^{2-}$ с симметричными липофильными *экзо*-полиэдрическими заместителями; обсуждению результатов рентгеноструктурного анализа полученных соединений и квантово-химическим расчетам. В этой же Главе 3 представлены результаты исследований по созданию потенциометрических мембран. Обоснован выбор сульфанил-*клозо*-декаборатного аниона в качестве электрод- активного компонента, проведено сравнение электродных параметров замещенных производных сульфанил-*клозо*-декаборатного аниона, приведены данные потенциометрических исследований и оценены электродные характеристики. Сделан вывод, что с увеличением липофильности боратных заместителей электродные характеристики производных тетрафенилбората улучшаются. Бис(октодецил)сульфонио-*клозо*-декаборат и бис(додецил)сульфонио-*клозо*-декаборат продемонстрировали значительное улучшение предела обнаружения и углового наклона потенциометрической функции в сравнении с «классическими» тетрафенилборатными соединениями. Использование бис(додецил)сульфонио-*клозо*-декабората в ион-селективных мембранах значительно улучшает электродные параметры и открывает новые возможности модификации и оптимизации ион-селективных сенсоров. Все экспериментальные данные представлены в работе в полной мере, **достоверность и обоснованность полученных результатов, научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, а также их новизна,** не вызывает сомнений. Подтверждение качества полученных результатов в ходе контроля точности, правильности и прецизионности в соответствии с Рекомендациями по межгосударственной стандартизации РМГ-61-2010 является значительной метрологической поддержкой проведенных исследований.

Выводы, сформулированные Е.С. Турышевым, основаны на полученных экспериментальных и расчетных данных, логичны и понятны. **Практическая значимость** работы обусловлена как разработкой метода синтеза несимметрично-ди-*S,S*- и моно-*S*-замещенных производных *клозо*-декаборатного аниона с выходами 85-93%, так и получением ион-

селективных сенсоров для детектирования местных анестетиков в водных растворах - для лидокаина, прокаина и артикаина получены мембраны, обладающие рекордной чувствительностью.

Автореферат соответствует тексту рукописи диссертации.

Таким образом, диссертационная работа Е.С. Турышева представляет собой объемное исследование в области неорганической химии, выполненное на высоком научно-экспериментальном уровне.

Основные результаты работы представлены в 10 статьях в рецензируемых зарубежных и российских научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, индексируемых в базах данных Scopus, Web of Science, ядро РИНЦ, соответствующих требованиям Положения о присуждении ученых степеней в ФГБУН Институте общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН.

Однако к диссертационной работе есть ряд замечаний.

1. Синтез целевых соединений, описанный в разделе 2.3, приведен без методического обоснования. В представленном виде процедуры носят характер технологической инструкции, а представляется, что должны сопровождаться научным обоснованием.
2. В экспериментальной части в разделе «Определение пределов обнаружения ион-селективных электродов» присутствует терминологическая путаница. Автор, пытаясь донести идею достижения чувствительности электрода, использует понятие «предел обнаружения», означающее «Наименьшее содержание аналита, при котором он может быть обнаружен по данной методике анализа вещества или материала объекта аналитического контроля с заданной доверительной вероятностью». То есть, понятие «предел обнаружения» относится к методу, а не к устройству
3. В автореферате на стр. 8 анонсировано завершение Главы 1 обоснованием задач диссертационной работы, решение которых обеспечит достижение поставленной цели. Но его после Главы 1 нет.
4. Глава 2 начинается с некоторого обобщения материала, который будет представлен в содержании этого раздела диссертации. К сожалению, и этот анонс не раскрывает содержание Главы 2 в полной мере. Остается невыясненным, что же такое «методы измерения органических веществ при стандартных условиях».
5. При описании производных сульфанил-*клозо*-декаборатного аниона, как электрод-активного компонента, неверно использовано слово «аналит». Аналит-это компонент, искомый или определяемый в пробе вещества или материала объекта аналитического контроля.(ГОСТ Р 52361-2018)
6. При таком количестве аббревиатур было бы полезно привести список сокращений в самом начале тома диссертации.

7. В рукописи перепутана нумерация разделов. Рукопись содержит большое количество опечаток, в том числе в приложении.

Данные замечания не влияют на высокую оценку диссертационной работы, не умаляют значимости представленного исследования и полученных результатов.

В заключение отмечу, что **диссертационная работа Е.С. Турышева является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты**, представляющие собой решение таких актуальных проблем неорганической химии, как разработка методов синтеза моно-S-замещенных производных $[2\text{-}B_{10}H_9SR]^{2-}$ и несимметрично-ди-*S,S*-замещенных производных $[2\text{-}B_{10}H_9SRR']^{-}$ сульфанил-*клозо*-декаборатного аниона $[2\text{-}B_{10}H_{10}SH]^{2-}$ и получение на их основе полимерных селективных потенциометрических мембран для создания высокочувствительных электродов.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.4.1. – Неорганическая химия (отрасль наук – химические) в пунктах 1-3, 5, 6.

Таким образом, диссертационная работа по актуальности, научной новизне, практической значимости, объему и качеству экспериментального материала полностью отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции) и пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН) от 29 марта 2024 г., предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор, **Турышев Евгений Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. - Неорганическая химия (химические науки).**

Официальный оппонент:
Барановская Василиса Борисовна _____

27.10.2025

Подпись руки В.Б.
УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. протокольным отд. ИОНХ РАН

Доктор химических наук (02.00.02 (1.4.2) – аналитическая химия), главный научный сотрудник, заведующая Центром коллективного пользования физическими методами исследований веществ и материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН)

119071, г.Москва, Ленинский проспект, 31, +7(910)4735632
e-mail: baranovskaya@list.ru

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе **Турышева Евгения Сергеевича** на тему **«Липофильные серосодержащие производные клозо-декаборатного аниона и их использование для создания мембран селективных потенциометрических сенсоров»**, представленную на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Фамилия, имя, отчество оппонента	Барановская Василиса Борисовна
Шифр и наименование специальности, по которым защищена диссертация	02.00.02 (1.4.2) – аналитическая химия
Ученая степень и отрасль науки	Доктор химических наук
Ученое звание	Доцент
Полное и сокращенное наименование организации, являющейся основным местом работы, согласно Уставу	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН).
Ведомственная принадлежность организации	Министерство науки и высшего образования Российской федерации
Занимаемая должность, структурное подразделение	главный научный сотрудник, заведующая Центром коллективного пользования физическими методами исследования веществ и материалов
Почтовый индекс, адрес	119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 31
Телефон	+7(910)4735632
Адрес электронной почты	baranovskaya@list.ru
Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций)	1. N.A. Korotkova, K. V. Petrova, V.B. Baranovskaya, M.S. Doronina, A.A. Arkhipenko. Study of the Elemental Composition of Gadolinium–Aluminum Garnets—Obtaining Predictable Optical Properties. Solids. 2024. V. 5. PP. 617–625. DOI: 10.3390/solids5040041 2. N.A. Korotkova, A.A. Arkhipenko, M.N. Smirnova, V.B. Baranovskaya, M.S. Doronina, V.A. Ketsko, G.E. Marina. Development of spectral methods for the analysis of nanocized ferrogarnets of the $Y_{3-x}Ce_xFe_{5-y}Ga_yO_{12}$ composition, Nanosyst.: Phys. Chem. Math. 2024. V. 15. PP. 855–866. DOI: 10.17586/2220-8054-2024-15-6-855-866 3. E.V. Nosikova, E.V. Yakubenko, M.Yu. Lepilina, A.M. Mikhailov, T.N. Ermolaeva, V.B. Baranovskaya.

	Development of a set of reference materials for spectral analysis of anisotropic electrical steel. Ind. Lab. Diagn. Mater. 2025. 91. PP. 16–26. DOI: 10.26896/1028-6861-2025-91-3-16-26 4. N.A. Korotkova, K.V. Petrova, V.B. Baranovskaya, M.S. Doronina. Analytical Control of Functional Materials Based on Rare-Earth Metals Using Mass Spectrometry Methods. J. Anal. Chem. 2025. V. 80. PP. 785–793. DOI: 10.1134/S1061934825700200 5. P.P. Fedorov, O.V Almaysheva, A.A. Alexandrov, V.Y. Proydakova, N.A. Korotkova, V.B. Baranovskaya, V.V. Gusarov, Low-temperature phase formation in the ZrO_2–In_2O_3 system. Mendeleev Commun. 2025. V. 35. PP. 376–378. DOI: 10.71267/mencom.7642 6. T.F. Akhmetzhanov, A.A. Arkhipenko, M.A. Ryumin, I.A. Yakushev, M.S. Doronina, V.B. Baranovskaya. Determination of rare-earth elements in medium- and high-entropy ceramics by WDXRF and handheld XRF. Critical evaluation of the need for deconvolution. J. Anal. At. Spectrom. 2025. V. 40. PP. 2352–2361. DOI: 10.1039/D5JA00128E 7. A.A. Arkhipenko, G.E. Marina, M.A. Ryumin, M.S. Doronina, N.A. Korotkova, T.D. Ksenofontova, V.B. Baranovskaya. Rapid and Precise Approaches for XRF Analysis of Rare Earth Niobates. Analytica. 2024. V. 5. PP. 343–357. DOI: 10.3390/analytica5030022 8. N.A. Korotkova, K.V. Petrova, V.B. Baranovskaya, M.S. Doronina. Analytical Control of Functional Materials Based on Rare-Earth Metals Using Mass Spectrometry Methods. J. Anal. Chem. 2025. V. 80. PP. 785–793. DOI: 10.1134/S1061934825700200 9. Ya.I. Zuev, M.O. Kostenko, M.Yu. Sinev, O.O. Parenago, V.B. Baranovskaya. Phase Equilibria in the Nd^{3+}–Water–Nitric Acid–TODGA–CO_2 System and Efficiency of Supercritical Fluid Extraction of Neodymium Ions. Russ. J. Phys. Chem. B. 2023. 17. PP. 1665–1674. DOI: 10.1134/S1990793123080110 10. M.O. Kostenko, K.B. Ustinovich, M.Yu.

	Sinev, O.O. Parenago, V.B. Baranovskaya. Supercritical Fluid Extraction of Cerium from Aqueous Solutions Using Tributyl Phosphate as a Ligand. Russ. J. Phys. Chem. B. 2022. V. 16. PP. 1305–1317. DOI: 10.1134/S1990793122080103 11. K.V. Petrova, V.B. Baranovskaya, N.A. Korotkova. Direct inductively coupled plasma optical emission spectrometry for analysis of waste samarium-cobalt magnets. Arab. J. Chem. 2022. V. 15. Art. 103501. DOI: 10.1016/j.arabjc.2021.103501

Официальный оппонент:
Барановская Василиса Борисовна _____
27.10.2025

Подпись руки _____
УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. протокольным отд. ИОНХ РАН _____

Доктор химических наук (02.00.02 (1.4.2) – аналитическая химия), главный научный сотрудник, заведующая Центром коллективного пользования физическими методами исследований веществ и материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН)
119071, г.Москва, Ленинский проспект, 31,
Тел.: +7(910)4735632
e-mail: baranovskaya@list.ru

Согласна на обработку персональных данных, связанную с работой диссертационного совета 01.4.001.91.