МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук
(НИОХ СО РАН)

просп. Академика Лаврентьева, д. 9, г. Новосибирск, 630090, Российская Федерация
Тел.: (383) 330-88-50, факс: (383) 330-97-52
E-mail: benzol@nioch.nsc.ru http://www.nioch.nsc.ru
ОКПО 03533903, ОГРН 1025403651921
ИНН/КПП 5408100191/540801001

02.11.2026 № 15326-03-56/868

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»
И. о. директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН)
кандидат химических наук

Е. В. Суслов

02 ноября 2026 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Анны Аркадьевны Пакеевой

«Эффективные методы синтеза селенсодержащих гетероциклических соединений на базе дигалогенидов селена», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений

Селен – жизненно-необходимый микроэлемент для многих эукариотов, включая людей. Его органические производные, в том числе гетероциклические, – один из главных объектов современной элементоорганической химии и ее биомедицинских приложений. Помимо этого, они важны для науки о материалах, в частности, – оптоэлектроники. В связи с этим диссертационная работа **Анны Аркадьевны Пакеевой**, посвященная разработке препаративных методов синтеза новых селенсодержащих гетероциклов и первичному изучению их свойств, несомненно, **высоко актуальна**. В качестве источника селена использованы его дихлорид и дибромид. В этом отношении диссертационная работа А. А. Пакеевой успешно продолжает получившие широкое международное признание многолетние пионерские исследования применения данных реагентов в селеноорганической химии, проводимые в ИрИХ СО РАН научной школой С. В. Амосовой и В. А. Потапова.

Диссертация А. А. Пакеевой содержит 115 страниц. Она состоит из введения, трех глав, выводов и списка цитируемых источников. Во введении охарактеризованы актуальность работы, ее общая цель и конкретные задачи, научная новизна и практическая значимость, а также личный вклад автора. Первая глава «Синтез селенсодержащих гетероциклических соединений» – аналитический обзор литературы, релевантной теме

работы. Она завершается выводом о том, что дальнейшее применение дигалогенидов селена в элементоорганическом синтезе – перспективное научное направление, позволяющее найти подходы к получению новых нетривиальных селенсодержащих гетероциклов, имеющих теоретическое и практическое значение. Этот вывод – основа постановки задачи работы, вынесенной в ее название. Вторая глава «Реакции галогенидов селена с циклическими алкенами» – описание и обсуждение собственных результатов. В третьей главе – «Экспериментальной части», документированы методики синтеза и физико-химические характеристики полученных соединений, подтверждающие их чистоту, состав и строение. Выводы резюмируют вклад работы в текущие химические знания и представления, его новизну, оригинальность и значимость. Библиографический список включает 119 наименований.

Диссертационная работа А. А. Пакеевой выполнена на высоком экспериментальном и теоретическом уровне – в частности, в препаративных целях умело использован эффект анхимерного содействия атома селена. **Научная новизна**, **оригинальность**, **теоретическая** и **практическая значимость** работы состоят в том, что в ней предложены, реализованы и тщательно изучены методы синтеза и направленной функционализации ряда ранее неизвестных селенсодержащих гетероциклических соединений, основанные на дигалогенидах селена, циклических диенах и ациклических алкенах. Они включают синтез 9-селенабицикло[4.2.1]нонанов из 1,3-циклооктадиена, 9-селенабицикло[3.3.1]нонадиенов из циклооктатетраена и их 2,6-дизамещенных производных из 1,5-циклооктадиена, а также селенопиранов из диаллилмалоната. Установлены и убедительно объяснены факторы, контролирующие хемо-, регио- и стереоселективность использовавшихся реакций. Разработанные препаративные протоколы, несомненно, будут применяться в практике многих других лабораторий, изучающих селеноорганическую химию. Синтезированные новые селенсодержащие соединения, безусловно, заслуживают биомедицинского тестирования.

Достоверность результатов и **обоснованность выводов** диссертации не вызывают сомнений. Чистота, состав и строение синтезированных новых веществ надежно подтверждены данными элементного и рентгеноструктурного анализа, мультиядерной спектроскопии ЯМР (^{1}H, включая гомо- и гетероядерную двумерную; ^{13}C и ^{77}Se) и, изредка, масс-спектрометрии. Основное содержание работы изложено в четырех статьях 2025-2026 гг. в рецензируемых отечественных журналах, входящих в список ВАК (*Журнал органической химии*, 3; *Журнал общей химии*, 1) и тезисах четырех докладов на

международных и отечественных конференциях. Публикации и автореферат соответствуют содержанию диссертации и ее выводам.

При всех очевидных достоинствах диссертация А. А. Пакеевой содержит ряд шероховатостей. Серьезных содержательных недостатков, требующих указания в отзыве и обсуждения на защите она не имеет. Присутствуют, однако, некоторые недоработки, связанные, скорее, с манерой изложения:

Встречаются неудачные выражения (например, стр. 28: «молекула 9-селенабицикло[4.2.1]нонана образована в виде одного стереоизомера»), нарушения грамматики (например, стр. 29: «… считали это соединение "привилегированным двухвалентным каркасом для отображения нуклеофильных компонентов" и реагент клик-химии, который …»), ненужные подробности (например, стр. 15: «группа японских ученых»; стр. 32: «учеными из Кореи» – насколько для диссертации и ее читателей важна геолокация предшествующих исследований?), тавтология и опечатки.

Название обзора литературы «Синтез селенсодержащих гетероциклических соединений» чрезмерно общее: он, заведомо, не охватывает всю заявленную тему. Рассмотрение в диссертации биомедицинского значения селенооорганических соединений, наоборот, содержит ненужные частности, основано на сравнительно давней литературе и игнорирует современные обобщения, например: E. J. Lenardão, C. Santi, and L. Santinelo, Bioactive organoselenium compounds and therapeutic perspectives, in: *New Frontiers in Organoselenium Compounds*, Springer, **2018**, pp. 99–144, https://doi.org/10.1007/978-3-319-92405-2_2; P. Pyka, S. Garbo, R. Fioravanti, et al., Selenium-containing compounds: a new hope for innovative treatments in Alzheimer's disease and Parkinson's disease, *Drug Discovery Today*, **2024**, *29*, article 104062, https://doi.org/10.1016/j.drudis.2024.104062.

Название второй главы «Реакции галогенидов селена с циклическими алкенами» – также неточное, поскольку в ней рассматривается и взаимодействие дигалогенидов селена с ациклическими алкенами (раздел 2.4). Представленные в этой главе умозрительные схемы последовательных превращений исходных веществ в конечные продукты возражений не вызывают – как схемы. Однако их не следует называть «механизмами реакций» (стр. 46, 47 и далее): ни кинетика, ни термодинамика реакций специально не изучалась.

Рентгеноструктурный анализ важен для работы, но подписи ко всем структурным рисункам не раскрывают использованный цветовой код, а сводная таблица 5 (стр. 94) названа «Кристаллические данные» вместо «кристаллографические». Не указаны номера депонирования изученных структур в Кембриджской базе структурных данных

(Cambridge Crystallographic Data Centre), облегчающие их использование другими исследователями.

В «Экспериментальной части» сказано, что элементный анализ выполнен на анализаторе THERMO Scientific Flash 2000 Elemental Analyzer (стр. 61), в стандартном варианте, насколько известно, предназначенном для определения C, H, N, S и O, но отнюдь не Se. Остается неясным, как получены важные для работы данные по содержанию селена.

В диссертации применена спектроскопия ЯМР ^{77}Se, но в «Экспериментальной части» не указан ни спектрометр, ни, что более существенно, стандарт для отсчета химических сдвигов.

Для синтезированных твердых веществ не приведены температуры плавления, входящие в канонический набор физико-химических характеристик впервые полученных соединений.

Указанные замечания, впрочем, носят частный характер и не снижают ценности и значимости выполненного А. А. Пакеевой исследования. Они требуют лишь большего внимания к тщательности изложения и обсуждения результатов в дальнейшей научной работе соискателя.

Диссертация А. А. Пакеевой «Эффективные методы синтеза селенсодержащих гетероциклических соединений на базе дигалогенидов селена» является научно-квалификационной работой. В ней решена задача разработки эффективных методов синтеза и изучения свойств 9-селенобицикло- [4.2.1]нонанов, [3.3.1]нонадиенов и их 2,6-дизамещенных производных, а также некоторых других нетривиальных селеноорганических веществ с использованием дихлорида и дибромида селена. По научной новизне, актуальности и оригинальности, познавательной и практической значимости диссертация полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует критериям, изложенным в п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года. Автор диссертации **Анна Аркадьевна Пакеева**, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений.

Отзыв составлен доктором химических наук, главным научным сотрудником лаборатории гетероциклических соединений (ЛГетС) НИОХ СО РАН А. В. Зибаревым, и обсужден и одобрен на лабораторном семинаре ЛГетС (протокол № 6 от 30 октября 2026 года).

Андрей Викторович Зибарев – главный научный сотрудник лаборатории гетероциклических соединений, ФГБУН Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН), доктор химических наук по специальности 1.4.3. (02.00.03) – Органическая химия.
E-mail: zibarev@nioch.nsc.ru
Телефон: +7 913 771 0719

Я, **Андрей Викторович Зибарев**, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.1.165.01 (Д 003.052.01), и их дальнейшую обработку.

/ А. В. Зибарев

02.11.2026

ФГБУН Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН).
Почтовый адрес: 630090 Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, д. 9.
Телефон: +7 383 330 8850
E-mail: benzol@nioch.nsc.ru
Адрес официального сайта организации: https://web3.nioch.nsc.ru/nioch

«*Подпись А. В. Зибарева заверяю*»
Ученый секретарь НИОХ СО РАН, к. х. н. / Р. А. Бредихин

02.11.2026