

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Федеральный исследовательский центр  
«Казанский научный центр Российской академии наук»

Диссертация Алгаевой Наталии Эдуардовны «Перегруппировка Мамедова в синтезе новых бензимидазолилхинолинов, бензимидазолилхиноксалина и пирролилбензимидазолонов» выполнена в лаборатории Химии гетероциклических соединений Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» (ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН).

В период подготовки диссертации соискатель Алгаева Н.Э. являлась аспирантом очной формы обучения ФИЦ КазНЦ РАН по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, направленность (профиль) подготовки Органическая химия (02.00.03).

В 2017 г. Алгаева Н.Э. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Марийский государственный университет» по специальности «Химия».

Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2021 году ФИЦ КазНЦ РАН.

Научный руководитель – д.х.н., профессор Мамедов Вахид Абдулла оглы, заведующий лабораторией Химии гетероциклических соединений ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН.

Диссертационная работа Алгаевой Н.Э. обсуждалась на заседании расширенного научного семинара ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН по направлению «Органическая химия и химия биологически активных соединений» 09 июня 2022 г. (протокол № 2 от 09.06.2022). На заседании присутствовали 32 сотрудника Института, в их числе члены диссертационного совета 24.1.225.01: д.х.н., проф. Мамедов В.А., д.х.н., профессор Карасик А.А., д.х.н., доц. Семенов В.Э., д.х.н. Газизов А.С.

**В ходе обсуждения диссертации соискателю были заданы следующие вопросы:**

д.х.н., проф. Катаев В.Е.: Что Вы на 20 слайде называете региоизомерами? Соединения **20d,e** и **20'd,e**; **21e** и **21'e** чем отличаются? Они существуют как индивидуальные соединения? **20d,e** и **20'd,e**; **21e** и **21'e** являются не изомерами, а конформерами? Вы смесь продуктов делили? Как в смеси эти соединения идентифицируете? Чем их протонные спектры отличаются? Вы исследовали их в разных температурных условиях?

Чем отличаются **17d,e** и **17'd,e**, **18d,e** и **18'd,e**. Как вы их в спектрах различаете? Смесь вы не смогли разделить? А если бы вы захотели их разделить, получилось бы достичь этого? Каким образом? Спектрально как они отличаются? Вы различаете их в смеси?

Как метоксильная группа попадает в пиррольное кольцо пирролилбензимидазолна **13a**?

В чём аналогия между этоксиоксалильной и этоксикарбонилдибромметильной группами?

д.х.н., доцент Семёнов В.Э.: Почему соединение **7a** Вы нарисовали таким образом? Возможно ли, что карбонильные группы будут не в *син-*, а в *анти-*положении? А почему вы здесь не рисуете так, как в случае конформеров, про которые спрашивал Владимир Евгеньевич Катаев? Это же результат поворота вокруг оси, правильно?

д.х.н., доц., учёный секретарь Романова И.П.: На 10 слайде, когда вы пишете выходы продуктов, у вас появляется соединение **1a**. Что это значит? Вы не разделяли эту смесь? Почему при подсчёте выходов у вас соединение **1a** появилось? На протяжении всего доклада вы говорите, что образуется такое-то соединение, но вы не говорили, в каких случаях вы их делили? Каким образом делили? Где получается смесь соединений, а где индивидуальное? И как вы установили соотношение продуктов **12**, **13**, **14** и **1a**? Каким методом?

В 1-ом выводе вы упоминали про 2,2-дибромпроизводное, а на слайде на схеме нет дибромпроизводного.

д.х.н., доцент Семёнов В.Э.: Расскажите, как технически проходят реакции? Как их проводили? В случае, когда образовывалось 2 продукта перегруппировки, вы смесь делили методом колоночной хроматографии?

д.х.н., профессор Карасик А.А.: В цели работы вы говорили следующее: «разработка методов синтеза бигетероциклических соединений, базирующихся на доступных исходных реагентах»? Какой критерий доступности?

На заданные вопросы соискатель дал исчерпывающие ответы.

**С рецензией на работу выступила д.х.н., профессор Гаврилова Е. Л.**

**Актуальность работы.** Как показывает анализ литературы, бигетероциклические системы входят в состав многих природных и синтетических биологически активных и лекарственных соединений. Поэтому разработка эффективных методов синтеза и выявление закономерностей построения бициклических соединений гетероциклического ряда, а также расширение областей их применения, несомненно, являются актуальными, и в настоящее время представляют важную фундаментальную проблему органической химии. Создание бигетероциклических структур открывает новые перспективы для дизайна и создания множества соединений, обладающих фармакологическими свойствами.

Интенсивные исследования в указанном направлении на протяжении ряда лет проводятся в лаборатории Химии гетероциклических соединений Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук». К ним относится и представленная диссертационная работа, в которой автором были выбраны структуры, связанные одним общим углеродным атомом, а именно спиросоединения, двумя атомами с одной общей С-С или С-N связью, в том числе конденсированные системы.

Ввиду практической значимости бициклических соединений гетероциклического ряда работа Алгаевой Н.Э., направленная на разработку методов синтеза новых бензимидазоллихинолинов, бензимидазоллихиноксалина и пирролилбензимидазолонов, а именно: 2,2'-бихиноксалин-3,3'(4*H*,4'*H*)-дионон, этилового эфира 3-(1*H*-бензимидазол-2-ил)-хиноксалин-2-карбоновой кислоты, 5-(бензимидазол-2(3*H*)-он-1-ил)пирролокарбонитрилов, пирроло[1,2-*a*]хиноксалин-4(5*H*)-онон, 1*H*,1'*H*-спиро[хинолино-4,2'-хиноксалин]-2,3'(3*H*,4'*H*)-дионон и 4-(бензимидазол-2-ил)хинолин-2(1*H*)-онон, базирующихся на доступных исходных реагентах, таких как: этилового эфира 2-(хиноксалин-2(1*H*)-он-3-ил)уксусной кислоты, о-ФДА и его замещённых производных 3-бензоилхиноксалин-2-она, малононитрила, вторичных циклических и нециклических аминов, нормальных спиртов, изатина, моноэтилмалоната, является **актуальной**.

**Структура диссертационной работы и ее содержание.** Диссертационная работа изложена на 180 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 23 таблицы, 1 приложение. Работа состоит из введения, пяти глав, выводов и списка использованных

библиографических источников, включающего 602 ссылки на отечественные и зарубежные работы.

В первой главе представлен обзор литературных данных, отражающий современное состояние исследований по С-3 функционализации хиноксалин-2(1*H*)-онов.

Основные результаты экспериментальных исследований и их обсуждение приведены во второй, третьей и четвёртой главах. В них обсуждены методы синтеза и структура новых 2,2'-бихиноксалин-3,3'(4*H*,4'*H*)-дионов, 5-(бензимидазол-2(3*H*)-он-1-ил)пирролокарбонитрилов и пирроло[1,2-*a*]хиноксалин-4(5*H*)-онов, 1*H*,1'*H*-спиро[хинолино-4,2'-хиноксалин]-2,3'(3*H*,4'*H*)-дионов и 4-(бензимидазол-2-ил)хинолин-2(1*H*)-онов. Автор счел необходимым разделить обсуждение результатов на три самостоятельные главы.

Экспериментальная часть работы, включающая описание проведенных синтетических и спектральных экспериментов, приведена в пятой главе диссертации.

Необходимо отметить, что литературный обзор написан очень подробно (возможно даже излишне) и включает не только известные методы синтеза С-3 функционализированных хиноксалин-2(1*H*)-онов, но и предполагаемые механизмы реакций. В завершение автор делает вывод, что в большинстве известных случаев введённая в третье положение хиноксалиновой системы группа либо не содержит определённого реакционного центра, либо содержит один и очень редко два или более реакционных центра. Таким образом, критический анализ литературных данных позволил диссертанту определить направление собственных исследований, а именно ответить на следующие вопросы:

Ограничиваются ли возможности С3-функционализации хиноксалин-2(1*H*)-онов уже известными производными или можно синтезировать другие функционализированные в положение 3 хиноксалиноны?

Можно ли получить производные хиноксалинона, содержащие не отдельно кетонную, сложноэфирную или алкилгалогенидную функциональные группы, а, например, этоксиоксалильную ( $-\text{C}(\text{O})\text{CO}_2\text{Et}$ ), или этоксикарбонилдибромметильную ( $-\text{CBr}_2\text{CO}_2\text{Et}$ ), представляющие собой комбинации кетонной и сложноэфирной или алкилгалогенидной и сложноэфирной функциональных групп соответственно?

Можно ли синтезировать производные хиноксалинона, содержащие не отдельно акрилонитрильную или амидиновую, или иминоэфирную группы, а цианоакрилимидамидную ( $-\text{C}(\text{R})=\text{C}(\text{CN})-\text{C}(=\text{NH})\text{NR}_2$ ) или цианоакрилимидатную ( $-\text{C}(\text{R})=\text{C}(\text{CN})-\text{C}(=\text{NH})\text{OR}$ ), состоящие из комбинаций акрилонитрильной и амидиновой или акрилонитрильной и имидатной функциональных групп?

Можно ли синтезировать функционализированные производные хиноксалин-2(1*H*)-онов на основе других гетероциклических систем помимо хиноксалин-2(1*H*)-онов?

В целом можно сказать, что поставленные диссертантом задачи, с успехом выполнены. Это можно отразить в основных положениях **научной новизны**:

- разработан новый метод синтеза 2,2'-бихиноксалин-3,3'(4*H*,4'*H*)-дионов из этилового эфира 2-(хиноксалин-2(1*H*)-он-3-ил)уксусной кислоты с *o*-фенилендиамином и его замещёнными производными в присутствии брома в диметилсульфоксиде;

- найдены принципиально новые трёхкомпонентные реакции 3-ароилхиноксалин-2-онов с малононитрилом и вторичными циклическими аминами; 3-бензоилхиноксалин-2-она с малононитрилом и нециклическими аминами, 3-бензоилхиноксалин-2-она с малононитрилом и нормальными спиртами, протекающие с образованием двух легко разделяемых продуктов, которые не могут быть синтезированы другими известными методами, а именно 5-(бензимидазол-2(3*H*)-он-1-ил)пирролокарбонитрилов, содержащих в положении 2 пиррольного кольца пиперидиновый, морфолиновый, пиперазиновый, 1-метилпиперазиновый, пирролидиновый, диэтиламинный и алкоксильный фрагменты (продукты перегруппировки Мамедова) и различно замещённых конденсированных пирроло[1,2-*a*]хиноксалин-4(5*H*)-онов (продукты внутримолекулярного аннелирования);

- разработан новый эффективный метод синтеза 4-(бензимидазол-2-ил)хинолин-2(1*H*)-онов по перегруппировке Мамедова из 1*H*,1'*H*-спиро[хинолино-4,2'-хиноксалин]-2,3'(3*H*,4'*H*)-дионов в кипящем растворе уксусной кислоты.

**Теоретическая и практическая значимость** работы обусловлена тем, что разработаны новые простые в реализации и базирующиеся на доступных реагентах эффективные методы синтеза 2,2'-бихиноксалин-3,3'(4*H*,4'*H*)-дионов, 5-(бензимидазол-2(3*H*)-он-1-ил)пирролокарбонитрилов с разнообразными аминными и алкоксильными фрагментами в положении 2 и арильными заместителями в положении 4 пиррольного кольца, пирроло[1,2-*a*]хиноксалин-4(5*H*)-онов и 1*H*,1'*H*-спиро[хинолино-4,2'-хиноксалин]-2,3'(3*H*,4'*H*)-дионов и на основе последних – 4-(бензимидазол-2-ил)хинолин-2(1*H*)-онов.

Необходимо отметить, что в представленных методах используются доступные и экологически безопасные исходные реагенты.

Синтезировано и охарактеризовано 86 новых соединений.

Выводы, приведённые в заключительной части диссертационной работы обоснованы, логичны и в полной мере соответствуют проведённому исследованию. Достоверность и обоснованность результатов и выводов диссертации не вызывает сомнений, подтверждается экспериментальными исследованиями, проведёнными с использованием современных инструментальных методов определения структуры и физико-химических характеристик веществ – ЯМР, ИК-спектроскопии, масс-спектрометрии, рентгеноструктурного анализа.

Квантово-химические расчеты проводились с использованием программного комплекса Gaussian 98w.

Можно отметить исключительно подробное рассмотрение спектральных данных и данных рентгеноструктурного анализа в главах «Обсуждение результатов», что действительно необходимо при анализе структуры таких сложных молекул, как бигетероциклические системы.

Принципиальных замечаний по диссертационной работе не имеется. Однако не могу не обратить внимание на тяжелый язык изложения материала в главах «Обсуждение результатов». Возможно, требуется обобщение схем, вынесение рисунков спектров в отдельное приложение. По тексту встречается много описок, не согласований в предложениях, не хватает четкости в формулировках.

Материалы диссертационной работы были опубликованы в 3 статьях из списка ВАК. Результаты исследований были представлены на итоговых конференциях ИОФХ им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН 2018, 2019, 2020, 2022 годов, Марковниковском конгрессе по органической химии (Россия, Москва-Казань – 2019), XXI Менделеевском съезде по общей и прикладной химии (Россия, Санкт-Петербург – 2019), Всероссийском Конгрессе по химии гетероциклических соединений «KOST-2021» (Россия, Сочи – 2021), 6-ом Северо-Кавказском симпозиуме по органической химии «NCOCS-2022» (Россия, Ставрополь – 2022).

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.4.3 Органическая химия, п.1 «Выделение и очистка новых соединений», п. 3 «Развитие рациональных путей синтеза сложных молекул» и п.7 «Выявление закономерностей типа “структура - свойство”», является законченным исследованием, отличается научной новизной.

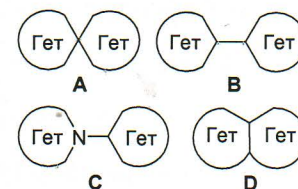
Считаю, что диссертационная работа Алгаевой Наталии Эдуардовны «Перегруппировка Мамедова в синтезе новых бензимидазолилхинолинов, бензимидазолилхиноксалина и пирролилбензимидазолонов» может быть представлена к официальной защите в диссертационном совете Д 022.0055.01. при Федеральном исследовательском центре «Казанский научный центр Российской академии наук»

**С поддержкой работы** выступил д.х.н., проф. Катаев В.Е.

По итогам обсуждения принято следующее **Заключение**.

**Работа актуальна.** Бигетероциклические системы, связанные одним общим углеродным атомом, а именно спиросоединения (A), двумя атомами с одной общей C-C (B) или C-N (C) связью, в том числе конденсированные системы (D), входят в состав множества природных и синтетических биологически активных и лекарственных соединений.

Спиросоединения типа **A**, встречаются во многих природных алкалоидах, также входят в состав лекарственных препаратов, таких как Liproxstatin-1 (ингибитор ферроптоза), Cipargamin или NITD609 (противомаларийная активность), Ibutamoren или МК-0677



(активный стимулятор секреции гормона роста), RO2468 (противоопухолевый препарат) и т.д. Среди соединений типа **B** и **C** производные бензимидазолна проявляют широкий спектр биологической активности, и используются при лечении различных заболеваний, включая рак, диабет II типа, расстройства центральной нервной системы (Pimozide), обезболивание и инфекционные заболевания. В то же время конденсированные системы типа **D** обнаружены в большом количестве в природных и синтетических биологически активных соединениях. Например, пирроло[1,2-*a*]хиноксалиновая система широко используется в фармацевтической промышленности из-за её потенциальной биологической активности, включая антибактериальную, противоифекционную, противовоспалительную, противомаларийную, анти-ВИЧ активность, её представители являются антагонистами каннабиноидных рецепторов 1 типа (CB1R), модуляторами рецепторов эстрогена, а также ингибиторами хлоридных каналов трансмембранного регулятора проводимости при муковисцидозе (CFTR) и т. д.

Кроме сказанного выше некоторые из производных соединений типа **B** и **C** находят применение в качестве красителей, ингибиторов коррозии, лигандов, а соединения типа **D** могут быть использованы не только в качестве флуоресцентных зондов, но и в сфере высоких технологий, включая светоизлучающие устройства и солнечные батареи. Спиросоединения типа **A**, а именно спирохиноксалины, имеют потенциальное применение в качестве фотохромных материалов для записи, хранения и передачи данных, а также в других областях промышленности. Из-за стерического напряжения, вызванного присутствием спироатома углерода, подобные соединения склонны к перегруппировкам с образованием различных бигетероциклических систем типов **B**, **C** и **D**.

Ввиду практической значимости бигетероциклических соединений типов **A**, **B**, **C** и **D**, разработка новых методов синтеза подобных соединений по-прежнему остаётся одной из наиболее востребованных задач современного органического синтеза.

**Научная новизна работы.** Разработка нового метода синтеза 2,2'-бихиноксалин-3,3'-(4*H*,4'*H*)-дионов из этилового эфира 2-(хиноксалин-2(1*H*)-он-3-ил)уксусной кислоты с *o*-фенилендиамином и его замещёнными производными в присутствии брома в диметилсульфоксиде.

Найдены принципиально новые трёхкомпонентные реакции 3-ароилхиноксалин-2-онов с малонитрилом и вторичными циклическими аминами; 3-бензоилхиноксалин-2-она с

малонитрилом и нециклическими аминами, 3-бензоилхиноксалин-2-она с малонитрилом и нормальными спиртами, протекающие с образованием двух легко разделяемых продуктов, которые не могут быть синтезированы другими известными методами, а именно 5-(бензимидазол-2(3*H*)-он-1-ил)пирролокарбонитрилов, содержащих в положении 2 пиррольного кольца пиперидиновый, морфолиновый, пиперазиновый, 1-метилпиперазиновый, пирролидиновый, диэтиламиновый и алкоксильный фрагменты (продукты перегруппировки Мамедова) и различно замещённых конденсированных пирроло[1,2-*a*]хиноксалин-4(5*H*)-онов (продукты внутримолекулярного аннелирования).

Разработан новый эффективный метод синтеза 4-(бензимидазол-2-ил)хинолин-2(1*H*)-онов по перегруппировке Мамедова из 1*H*,1'*H*-спиро[хинолино-4,2'-хиноксалин]-2,3'(3*H*,4'*H*)-дионов в кипящем растворе уксусной кислоты.

Синтезировано и охарактеризовано 86 новых соединений.

**Практическая значимость** заключается в разработке новых простых в реализации и базирующихся на доступных реагентах эффективных методов синтеза 2,2'-бихиноксалин-3,3'(4*H*,4'*H*)-дионов (соединение типа **B**), 5-(бензимидазол-2(3*H*)-он-1-ил)пирролокарбонитрилов (соединение типа **C**) с разнообразными аминными и алкоксильными фрагментами в положении 2 и арильными заместителями в положении 4 пиррольного кольца, пирроло[1,2-*a*]хиноксалин-4(5*H*)-онов (соединение типа **D**) и 1*H*,1'*H*-спиро[хинолино-4,2'-хиноксалин]-2,3'(3*H*,4'*H*)-дионов (соединение типа **A**) и на основе последних – 4-(бензимидазол-2-ил)хинолин-2(1*H*)-онов (соединение типа **B**).

**Ценность научных работ соискателя** заключается в разработке новых, простых в реализации методов синтеза 2,2'-бихиноксалин-3,3'(4*H*,4'*H*)-дионов, 5-(бензимидазол-2(3*H*)-он-1-ил)пирролокарбонитрилов с разнообразными аминными и алкоксильными фрагментами в положении 2 и арильными заместителями в положении 4 пиррольного кольца, пирроло[1,2-*a*]хиноксалин-4(5*H*)-онов и 1*H*,1'*H*-спиро[хинолино-4,2'-хиноксалин]-2,3'(3*H*,4'*H*)-дионов из доступного сырья.

**Результаты работы обоснованы и достоверны**, что определяется использованием широкого набора физических и физико-химических методов исследования (ЯМР (<sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N), ИК-спектроскопии, масс-спектрометрии, элементного анализа, рентгеноструктурного анализа) для установления состава и доказательства структуры вновь синтезированных соединений, повторяемостью результатов эксперимента, совпадением характеристик известных соединений с описанными в литературе.

**Личный вклад соискателя.** Автором диссертационной работы проведён анализ литературных данных, выполнена экспериментальная часть работы. Автор принимал



участие в обсуждении результатов работы, анализе и обработке данных физических и физико-химических методов исследования, в подготовке материалов для публикаций.

Основное содержание диссертационной работы изложено в 3 статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для размещения материалов диссертаций:

1. Mamedov, V.A. The rearrangement of 1*H*,1'*H*-spiro[quinoline-4,2'-quinoxaline]-2,3'(3*H*,4'*H*)-diones - a new and efficient method for the synthesis of 4-(benzimidazol-2-yl)quinolin-2(1*H*)-ones / V.A. Mamedov, E.A. Khafizova, V.V. Syakaev, A.I. Samigullina, N.E. Algaeva, A.T. Gubaidullin // *Tetrahedron* – 2018. – V. 74. – P. 6544-6557.

2. Мамедов, В.А. Этиловый эфир 2-(хиноксалин-2(1*H*)-он-3-ил)уксусной кислоты и его моно- и дибромпроизводные в синтезе 2,2'-бихиноксалин-3,3'(4*H*,4'*H*)-диононов / В.А. Мамедов, Е.А. Хафизова, Н.Э. Алгаева, А.М. Муртазина, О.Г. Синяшин // *Изв. АН. Сер. хим.* – 2020. – Т.69. – С. 529-536.

3. Mamedov, V.A. Acid-Catalyzed Multicomponent Rearrangements *via* 2-((Quinoxalin-3(4*H*)-on-2-yl)(aryl)methylene)malononitriles, Generated *In Situ*, for Divergent Synthesis of Pyrroles with Different Substitution Patterns // V.A. Mamedov, E.A. Khafizova, N.E. Algaeva, Sh.K. Latypov, O.G. Sinyashin / *Journal of Organic Chemistry* – 2020. – V. 85 – P. 9887-9904.

В диссертации автор ссылается на собственные опубликованные работы. В тексте диссертации отсутствуют материалы без ссылки на автора или источник заимствования.

По материалам диссертации опубликованы тезисы 4 докладов на международных и всероссийских конференциях.

#### **Специальность, которой соответствует диссертация.**

Диссертационная работа Алгаевой Н.Э. «Перегруппировка Мамедова в синтезе новых бензимидазолилхинолинов, бензимидазолилхиноксалина и пирролилбензимидазолонов» соответствует пунктам паспорта специальности 1.4.3. Органическая химия: п.1 выделение и очистка новых соединений; п. 3 развитие рациональных путей синтеза сложных молекул; п. 7 выявление закономерностей типа «структура-свойство».

Расширенный научный семинар по направлению «Органическая химия и химия биологически-активных соединений» Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» считает, что по актуальности, научной и практической значимости, достоверности полученных результатов, объёму, целостности и законченности диссертационная работа Алгаевой Наталии Эдуардовны «Перегруппировка Мамедова в синтезе новых бензимидазолилхинолинов,

бензимидазоллихиноксалина и пирролилбензимидазолонов» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Расширенный научный семинар по направлению «Органическая химия и химия биологически-активных соединений» (протокол № 2 от 09.06.2022 г.) рекомендовал Ученому совету выдать Заключение по диссертационной работе Алгаевой Н.Э. Присутствовали: 32 чел. Итоги голосования: «за» – 32, «против» – нет, «воздержавшихся» – нет.

Заключение рекомендовано к утверждению на заседании Учёного совета ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН (протокол № 6 от 22.06.2022). Из 24 членов списочного состава Учёного совета присутствовали 19 человека. Рекомендации и замечания, высказанные на научном семинаре, диссертантом учтены, и соответствующие изменения внесены в текст диссертации. Итоги голосования: «за» - 19, «против» - нет, «воздержавшихся» - нет.

Руководитель ИОФХ им. А.Е. Арбузова-  
обособленного структурного подразделения  
ФИЦ КазНЦ РАН, председатель Ученого совета,  
д.х.н., профессор

А.А. Карасик

Председатель научного семинара по направлению  
«Органическая химия»,  
доктор химических наук, доцент

В.Э. Семёнов

Ученый секретарь  
ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленного  
структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН,  
доктор химических наук, доцент

И.П. Романова