

## Протокол № 301

заседания диссертационного совета 24.2.288.07

от 25 декабря 2025 г.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек.

Присутствовали на заседании 17 человек.

**Председатель:** д.хим.наук, профессор Семенов Виктор Николаевич

**Присутствовали:**

1. Д.х.н., проф. Семенов Виктор Николаевич (1.4.15. Химия твердого тела)
2. Д.х.н., проф. Шихалиев Хидмет Сафарович (1.4.3. Органическая химия)
3. К.х.н., доц. Столповская Надежда Владимировна (1.4.3. Органическая химия)
4. Д.х.н., проф. Бутырская Елена Васильевна (1.4.2. Аналитическая химия)
5. Д.х.н., проф. Егорова Алевтина Юрьевна (1.4.3. Органическая химия)
6. Д.х.н., проф. Зяблов Александр Николаевич (1.4.2. Аналитическая химия)
7. Д.х.н., доц. Козадеров Олег Александрович (1.4.3. Органическая химия)
8. Д.х.н., доц. Кострюков Виктор Федорович (1.4.15. Химия твердого тела)
9. Д.х.н., проф. Кривоколыско Сергей Геннадиевич (1.4.3. Органическая химия)
10. Д.х.н., доц. Крысин Михаил Юрьевич (1.4.3. Органическая химия)
11. Д.х.н. Паршина Анна Валерьевна (1.4.2. Аналитическая химия)
12. Д.х.н., доц. Потапов Андрей Юрьевич (1.4.3. Органическая химия)
13. Д.ф.-м.н. Рябцев Станислав Викторович (1.4.15. Химия твердого тела)
14. Д.х.н., проф. Селеменев Владимир Федорович (1.4.2. Аналитическая химия)
15. Д.х.н., доц. Томина Елена Викторовна (1.4.15. Химия твердого тела)
16. Д.х.н., доц. Тутов Евгений Анатольевич (1.4.15. Химия твердого тела)
17. Д.х.н., доц. Шестаков Александр Станиславович (1.4.3. Органическая химия)

Из них в удаленном интерактивном режиме в заседании диссертационного совета принимали участие два члена диссертационного совета:

- 1) д.х.н., проф. Егорова Алевтина Юрьевна (1.4.3. Органическая химия)
- 2) д.х.н., проф. Кривоколыско Сергей Геннадиевич (1.4.3. Органическая химия) в соответствии с личными заявлениями.

Официальные оппоненты по диссертации:

**Доценко Виктор Викторович** – доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет», факультет химии и высоких технологий, кафедра органической химии и технологий, заведующий кафедрой – присутствует в удаленном интерактивном режиме на основании личного заявления;

**Жукова Наталья Анатольевна** – доктор химических наук, институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного

учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», лаборатория химии гетероциклических соединений, старший научный сотрудник. Отсутствует по уважительной причине – есть официальное письмо, положительный отзыв получен.

**Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт физико-органической химии и углехимии им.Л.М.Литвиненко" – положительный отзыв получен.

**Слушали:** защиту диссертационной работы Скопцовой Анны Александровны «Синтез и исследование новых гибридных молекул на основе пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Вопросы задали: д.хим.наук, доцент Потапов А.Ю., д.хим.наук, доцент Крысин М.Ю., д.хим.наук Паршина А.В., д.хим.наук, доцент Шестаков А.С., д.хим.наук, профессор Бутырская Е.В.

В дискуссии по диссертационной работе приняли участие: д.хим.наук, доцент Крысин М.Ю., д.хим.наук, доцент Потапов А.Ю., д.хим.наук, доцент Шестаков А.С., д.хим.наук Паршина А.В.

**Постановили:** на основании протокола № 1 электронного голосования при проведении заседания диссертационного совета 24.2.288.07 в удаленном интерактивном режиме считать, что диссертация Скопцовой Анны Александровны отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор, Скопцова Анна Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Результаты голосования:

«за» – 17;

«против» – 0.

Председатель диссертационного  
совета 24.2.288.07



Семенов Виктор Николаевич

Ученый секретарь диссертационного  
совета 24.2.288.07

Столповская Надежда Владимировна

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА  
24.2.288.07, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25.12.2025 г. № 301

О присуждении Скопцовой Анне Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез и исследование новых гибридных молекул на основе пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов» по специальности 1.4.3. Органическая химия принята к защите 21 октября 2025 г. (протокол заседания № 298) диссертационным советом 24.2.288.07, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Минобрнауки России, 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1, в соответствии с приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Скопцова Анна Александровна, 6 ноября 1996 года рождения, работает младшим научным сотрудником в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В 2021 году окончила с отличием магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» по направлению подготовки 04.04.01 «Химия».

В 2025 году окончила очную аспирантуру химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Воронежский государственный университет» по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Диссертация выполнена на кафедре органической химии химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Шихалиев Хидмет Сафарович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», химический факультет, кафедра органической химии, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. Доценко Виктор Викторович, доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет», факультет химии и высоких технологий, кафедра органической химии и технологий, заведующий кафедрой;

2. Жукова Наталья Анатольевна, доктор химических наук, институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», лаборатория химии гетероциклических соединений, старший научный сотрудник;

- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт физико-органической химии и углехимии им.Л.М.Литвиненко" г. Донецк, в своем положительном отзыве, подписанным Михайловым Василием Александровичем, кандидатом

химических наук, ведущим научным сотрудником, и.о. заведующего отделом исследования нуклеофильных реакций, указала, что основные положения, выносимые на защиту, полностью обоснованы. Достоверность результатов, обеспеченная использованием современных методов спектрального анализа, сомнений не вызывает. Научная новизна бесспорна. Сформулированные диссертантом цели исследования, заключающиеся в разработке доступных методов синтеза новых линейно связанных гибридных молекул на основе пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов, изучении их строения и прикладных свойств, следует считать достигнутыми. Поставленные задачи – решены. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.4.3. Органическая химия в частности пунктам 1, 3, 7, является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые решения актуальных научных задач конструирования гибридных структур из фрагментов с выраженной биологической активностью, создания доступных методик синтеза новых биологически активных соединений на базе корневой структуры пирроло[3,2,1-*ij*]хинолина, изучения селективности проводимых реакций, установления деталей строения получаемых веществ, выявления перспективных направлений практического применения синтезированных соединений, и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук в соответствии с пунктами 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции, а ее автор Скопцова А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 научных работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ. Работы посвящены синтезу и исследованию свойств новых гетероциклических систем на основе пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об

опубликованных соискателем работах. Вклад автора составляет 80 %, объем – 6,1 п.л.

Наиболее значительные работы:

1. Synthesis and study of new anticoagulant candidates based on 6-aryl-5,6-dihydro-4*H*-pyrrolo[3,2,1-*ij*]quinoline-1,2-diones / A. A. Skoptsova, N. P. Novichikhina, E. A. Kosheleva, S. V. Baranin, N. A. Podoplelova, M. A. Panteleev, Kh. S. Shikhaliev // Russian Journal of General Chemistry. – 2023. – Vol. 93, Suppl. 1. – P. S115-S123.

2. Design, synthesis, and evaluation of new hybrid derivatives of 5,6-dihydro-4*H*-pyrrolo[3,2,1-*ij*]quinolin-2(1*H*)-one as potential dual inhibitors of blood coagulation factors Xa and XIa / A. A. Skoptsova, A. Geronikaki, N. P. Novichikhina, A. V. Sulimov, I. S. Ilin, V. B. Sulimov, G. A. Bykov, N. A. Podoplelova, O. V. Pyankov, Kh. S. Shikhaliev // Molecules. – 2024. – Vol. 29, No. 2. – P. 373.

3. Design, synthesis, and *in vitro* and *in silico* study of new hybrid 1-(2-(4-arylthiazol-2-yl)hydrazineylidene)-5,6-dihydro-4*H*-pyrrolo[3,2,1-*ij*]quinolin-2-ones as factor Xa and factor XIa inhibitors / A. A. Skoptsova, A. Geronikaki, A. Petrou, N. P. Novichikhina, N. A. Podoplelova, G. A. Bykov, A. A. Anis'kov, S. A. Soloveva, Kh. S. Shikhaliev // Molecules. – 2025. – Vol. 30, No. 17. – P. 3544.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов:

1) Бакулев Василий Алексеевич, д.х.н., проф., заведующий кафедрой технологии органического синтеза ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Вопросы и замечания: 1. Автором приводится предполагаемая схема трехкомпонентного взаимодействия (стр. 13), на которой показана первоначальная атака амина по карбонильной группе 3-оксобутанамида. Проводились ли дополнительные эксперименты для исключения альтернативных путей, например, осуществление реакции последовательным добавлением реагентов? 2. Для лучшей селективности реакции сульфохлорирования 4,4,6-триметил-5,6-дигидро-4*H*-пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-диона **4a** и предотвращения

протекания побочной реакции образования 1,1-дихлорпирроло[3,2,1-*ij*]хинолина, возможно, стоило перевести активную карбонильную группу, например, в циклический кеталь;

2) Болотов Владимир Михайлович, д.т.н., проф., профессор кафедры технологии органических соединений и переработки полимеров ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». Вопрос: 1. На 20 странице автореферата автор сообщает, что соединение **13f** было рекомендовано в качестве препарата для оценки его эффективности *in vivo*. Проводились ли испытания *in vivo*? Если да, то какие результаты были получены?;

3) Гринев Вячеслав Сергеевич, д.х.н., профессор кафедры органической и биоорганической химии Института химии «Саратовского национального исследовательского университета им. Н. Г. Чернышевского». Замечание: 1. В автореферате имело бы смысл несколько подробнее описать механизм действия синтезированных соединений в отношении факторов свёртывания крови и *SARS-CoV-2* на молекулярном уровне. Хотя авторы и упоминают молекулярное моделирование, прямое обсуждение ключевых межмолекулярных взаимодействий (водородные связи, гидрофобные контакты и т. п.) могло бы усилить понимание читателем механизма действия и прогностической ценности проведенного исследования;

4) Великородов Анатолий Валерьевич, д.х.н., проф., профессор кафедры фундаментальной и прикладной химии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева» (без замечаний);

5) Дяченко Иван Владимирович, д.х.н., доц., проректор по международной и проектной деятельности ФГБОУ ВО «Луганский государственный педагогический университет» (без замечаний).

Все отзывы положительные. Замечания носят рекомендательный характер.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в области синтеза органических соединений и

способностью определить актуальность, достоверность, научную новизну и значимость результатов диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **разработаны** новые препаративно доступные методы функционализации (5,6-дигидро)-4*H*-пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов с участием углерода в 8-ом положении и  $\beta$ -карбонильной группы пирролдионового цикла, позволяющие получать новые гибридные молекулы с фрагментом пирроло[3,2,1-*ij*]хинолина, обладающие антикоагулянтным и противовирусным действием;

- **предложен** вероятный маршрут трехкомпонентной реакции 1-фенацилиденпирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-2-онов с *N-R*<sup>1</sup>-3-оксобутанамидами и аминами в условиях основного катализа, включающий первичное взаимодействие аминокомпоненты и *N-R*<sup>1</sup>-3-оксобутанамида и подтверждаемый данными ВЭЖХ-МС анализа;

- **доказано** образование внутримолекулярной водородной связи в продуктах взаимодействия 5,6-дигидропирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1-илиденгидразин-1-карботиоамидов с  $\alpha$ -бромацетофенонами, способствующей дополнительной стабилизации *Z*-конфигурации молекул, с применением спектральных методов и рентгеноструктурного анализа;

- **представлены** данные об образовании 1,2-диоксопирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-8-сульфонилхлорида и 2-оксо-1,1-дихлорпирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-8-сульфонилхлорида в ходе реакции 5,6-дигидро-4*H*-пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-диона с хлорсульфоновой кислотой, протекающей с участием атомов углерода в 1-ом и 8-ом положениях гетероцикла.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- **доказана** возможность использования (5,6-дигидро)-4*H*-пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов в качестве исходных гетерофункциональных субстратов для синтеза новых гетероциклических систем, обладающих биологической активностью;

- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс физико-химических методов исследования структуры органических соединений, в том числе ЯМР-спектроскопия на ядрах  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , хромато-масс-спектрометрия высокого разрешения, рентгеноструктурный анализ;

- **изложены** выявленные особенности протекания трехкомпонентного взаимодействия 1-фенацилиденпирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-2-онов с  $N\text{-R}^1\text{-3-}$ оксобутанамидами и аминами в условиях основного и кислотного катализа, сопровождающегося образованием соответствующих линейно связанных 1-пирролилпирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-2-онов;

- **раскрыты** альтернативные варианты вторичной функционализации оксоэтилиденовых, тиосемикарбазоновых, хлорсульфоновых и сульфогидразидных производных, полученных на основе (5,6-дигидро)-4*H*-пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов, обеспечивающие улучшение антикоагулянтных и противовирусных свойств синтезируемых молекул;

- **изучены** химические и физико-химические свойства широкого спектра новых гетероциклических систем пирроло[3,2,1-*ij*]хинолинового ряда, полученных путем превращений с участием атомов углерода в 1-ом и 8-ом положениях гетероцикла;

- **проведена модернизация** методик синтеза оксоэтилиденовых производных в результате реакций пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов с *C*-нуклеофилами на основе контроля за ходом протекания реакции в различных условиях методом ВЭЖХ-МС.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

- **разработаны и апробированы** препаративно доступные и эффективные методы синтеза новых гибридных соединений с пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-2-оновым каркасом на основе реакций пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов с участием  $\beta$ -карбонильной группы и бензольного кольца;

- **определены** *in vitro* ингибирующее действие в отношении факторов свертывания крови Ха и XIa и противовирусная активность в отношении SARS-CoV-2 ряда гибридных молекул на основе (5,6-дигидро)-4H-пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов;

- **создана** комбинаторная библиотека новых пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-2-онов, связанных линейно или через линкер с различными фармакофорными гетероциклическими фрагментами, такими как тиазол, кумарин, пиримидин, пиррол, имидазол, пиперазин и т.д., перспективных для исследования их биологической активности;

- **представлены данные** о применении ряда синтезированных серосодержащих молекул в качестве функциональных органических добавок-стабилизаторов электролита химического никелирования, способных ускорять процесс осаждения никель-фосфорных покрытий и изменять их морфологию.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

Достоверность полученных результатов, обоснованность научных положений и выводов диссертации обеспечены системностью исследования, применением современных физико-химических методов анализа, использованием сертифицированного оборудования. Хромато-масс-спектрометрический анализ проведен на жидкостном хроматографе Agilent 1260 Infinity, оборудованном УФ-детектором в сочетании с времяпролетным детектором масс высокого разрешения Agilent 6230 TOF LC/MS (ионизация – электроспрей). Спектры <sup>1</sup>H ЯМР и <sup>13</sup>C ЯМР зарегистрированы на приборах Bruker AM300, Agilent-400MR-nmrs400, Bruker AV400, Bruker DRX-500 и Bruker AV600 при 20°C в DMSO-d<sub>6</sub> или CDCl<sub>3</sub> относительно TMS. Рентгеноструктурное исследование проведено на четырехкружном дифрактометре Rigaku Synergy S, оснащенном двухкоординатным детектором HyPix6000HE (каппа-геометрия, беззатворный метод  $\omega$ -сканирования), с использованием монохроматического CuK $\alpha$ -излучения. Результаты соответствуют современным представлениям по рассматриваемой тематике.

**Личный вклад соискателя состоит в участии в общей постановке задач исследования, систематизации литературных данных, подготовке, планировании и проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации полученных результатов, их практической апробации, подготовке основных публикаций по выполненной работе.**

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было, были заданы вопросы: 1) Почему Вы не посчитали третичные спирты перспективными молекулами для изучения биологической активности? 2) Что означает отрицательный процент ингибирования при изучении антикоагулянтной активности? 3) Проводилось ли исследование влияния растворителя на соотношение таутомерных форм 1-имидазолилпирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-2-онов? 4) Какое соотношение проявляемой противовирусной активности и токсичности можно считать оптимальным? 5) В представленных структурах имеется хиральный атом углерода, Вы во всех случаях работали с рацематами или выделяли один из изомеров? Учитывались ли эти данные при проведении докинговых исследований представленных соединений? 6) Вы говорите, что выделяете соединения в форме одного из возможных *E,Z*-изомеров, проводился ли ВЭЖХ-МС мониторинг реакционной смеси, который позволил бы детектировать, образуется ли также минорный изомер или реакция протекает селективно? 7) Контролировали ли Вы величину pH растворов при проведении реакций с гидразингидратом? 8) Насколько корректно при описании пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов и их производных употреблять обозначение «дигидро-», учитывая последовательность из трех прохиральных  $sp^3$ -гибридных атомов углерода в них? 9) Химический сдвиг NH-протона в качестве свидетельства внутримолекулярной водородной связи убедителен в случае структур **33a-e**, а также **8** и **9**, можно ли считать эти данные достаточными для соединений **34a-d**? 10) В предполагаемой схеме трехкомпонентного взаимодействия показана первоначальная атака амина по карбонильной группе 3-оксобутанамида, проводились ли дополнительные эксперименты для исключения альтернативных путей? 11) Предпринимались

ли попытки подавить побочную реакцию при сульфохлорировании или сместить протекание реакции в сторону образования целевого сульфонилхлорида? 12) Проводились ли противовирусные испытания *in vivo* структуры-лидера? 13) Сигнал протонов  $\text{CH}_2\text{C}(\text{O})$  третичного спирта описан как дублет, являются ли протоны магнитно неэквивалентными, для которых стоило бы ожидать дублет дублетов? 14) Чем можно объяснить, что в одних случаях образуются ациклические продукты, а в других – наблюдается циклизация с выделением пирролов? 15) С чем связано, что автор не приводит ЯМР-спектральные данные для некоторых соединений из ряда веществ **4, 6, 25**? 16) Какое количество триэтиламина было использовано в реакциях пирролдионов с *S*-нуклеофилами и трехкомпонентных реакциях? 17) Можно ли говорить о хемоселективности реакции, если молекула исходного 5,6-дигидропирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-диона содержит только один реакционноспособный центр для введения сульфонилхлоридной группы? 18) Можно ли ожидать, что объединение структурных особенностей сульфонамидов, показавших ускоряющий эффект на скорость осаждения покрытий Ni-P, в структуре одной молекулы позволит достичь еще более выраженного ускоряющего эффекта?

Соискатель Скопцова Анна Александровна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию: 1) По данным молекулярного докинга, проведенного для данных систем, активность для третичных спиртов, в отличие от оксоэтилиденовых производных, предсказана не была. Проведенные испытания *in vitro* выделенного гидроксильного производного также не выявили активности. 2) Обозначенные на слайде значения «-1%» и «-2%» находятся в рамках погрешности, и данные вещества не активны в отношении представленных мишеней. В целом, отрицательный процент антикоагулянтной активности свидетельствует о возможности веществ выступать в качестве коагулянтов крови. 3) Соотношении таутомерных форм исследовано в  $\text{DMFSO}-d^6$  при проведении ЯМР спектроскопии. В условиях хроматографирования в системе ацетонитрил/вода вещество детектируется в

форме единственного таутомера. 4) Исследование противовирусной активности и токсичности проводилось для разных концентраций синтезированных веществ. Нами представлены данные для той концентрации, при которой наблюдается наиболее оптимальное соотношение активность/токсичность для каждого вещества. 5) По данным рентгеноструктурного анализа, пространственная группа изученного кристалла центросимметрична, что свидетельствует о выделении представленных веществ в виде смеси энантиомеров. При докинговых исследованиях расчет проводился для таких энантиомеров и конформеров, для которых достигались лучшие позы лиганда в активном центре белка-мишени. 6) ВЭЖХ-МС мониторинг стандартной реакции дегидратации не проводился. В пользу единственного или подавляющего образования одного из изомеров может свидетельствовать высокий выход продуктов до 87% в результате проведенных двух стадий реакций. 7) Величина pH растворов при проведении реакций с гидразингидратом нами не оценивалась. 8) В отличие от исходных тетрагидрохинолинов, для их конденсированных аналогов – пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионов в случае полностью гидрированного пиридинового цикла корректно употребление названия «5,6-дигидропирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-дионы». 9) Для полного отнесения к какой-либо пространственно-изомерной форме спектральных данных ЯМР недостаточно. Однако нами на основании приведенных данных для структурных аналогов 8 и 9 (что отмечено и в формулировке вопроса) предложена для указанных соединений вероятная геометрия. 10) Альтернативные пути трехкомпонентной реакции были исключены на основе литературных данных и детектирования ключевого полупродукта с использованием ВЭЖХ-МС анализа. 11) Попытки подавить побочную реакцию при сульфохлорировании предпринимались, было изучено влияние температуры проведения реакции и количества используемой хлорсульфоновой кислоты, значимых изменений в соотношении продуктов не наблюдалось. Однако дальнейших исследований по подавлению процесса образования 1,1-дихлорсодержащего сульфохлорида не проводилось ввиду

обнаруженной у продуктов, полученных на его основе, биологической ценности. 12) На данный момент испытания *in vivo* не проведены, но запланированы. 13) Протоны действительно магнитно не эквивалентны, в данном случае мы рассматривали спиновую систему AX, для которой характерно появление двух дублетов, что мы и наблюдали в спектре ЯМР  $^1\text{H}$ . 14) Мы предполагаем, что данное различие вызвано различной растворимостью продуктов реакции; в случае фурфуриламина происходило формирование осадка линейного полупродукта по мере протекания реакции, который, по видимому, выходясь из области гомогенной реакции, не подвергался дальнейшим превращениям. 15) Для большего числа соединений из серий веществ **4**, **6**, **25** данные ЯМР спектроскопии представлены, в то же время структуры **4**, **6**, **25a** – это исходные и промежуточные вещества, используемые в последующем синтезе целевых молекул, для которых в свою очередь приведены подробные спектральные характеристики. 16) В реакциях пирролдионов с C-нуклеофилами и в трехкомпонентных реакциях количество используемого триэтиламина – 2-3 капли. 17) Реакция сульфохлорирования проходит селективно по 8 положению гетероцикла, однако в ходе реакции 5,6-дигидропирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-диона с хлорсульфоновой кислотой еще одним центром, вступающим в реакцию, выступает  $\beta$ -карбонильная группа, мольное соотношение образующихся продуктов 1 : 1.4, поэтому мы говорим о хемоселективности реакции. 18) Мы предполагаем, что при комбинировании структурных особенностей изученных органических добавок стоит ожидать лишь наступления ускоряющего эффекта при меньших концентрациях подобной добавки, но и не исключаем возможности дополнительного увеличения скорости осаждения никель-фосфорных покрытий, данные закономерности будут нами дополнительно изучены.

На заседании 25 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи по разработке эффективных и доступных методов синтеза новых гибридных молекул, обладающих широким спектром биологической активности, на платформе (5,6-дигидро)-4H-пирроло[3,2,1-

*ij*]хинолин-1,2-диона, установлению закономерностей и маршрутов взаимодействий и доказательству структуры полученных соединений с применением комплекса современных физико-химических методов анализа, имеющей значение для развития органической химии, присудить Скопцовой А.А. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за — 17, против — 0.

Председатель диссертационного  
совета 24.2.288.07



Семенов Виктор Николаевич

Ученый секретарь диссертационного  
совета 24.2.288.07

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to the scientific secretary.

Столповская Надежда Владимировна

25.12.2025 г