

В диссертационный совет 24.1.092.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата химических наук, доктора химических наук при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук

СОГЛАСИЕ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Я, Утепова Ирина Александровна, доктор химических наук, профессор кафедры органической и биомолекулярной химии ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б. Н. Ельцина», даю свое согласие выступить в качестве официального оппонента по диссертации Вавиной Анны Викторовны на тему: «Синтез ионных жидкостей из возобновляемого сырья, исследование их физико-химических свойств и биологической активности» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 – органическая химия и предоставить отзыв в диссертационный совет в установленном порядке.

В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2006 № 152–ФЗ «О персональных данных» настоящим даю согласие на обработку моих персональных данных в целях включения в аттестационное дело для защиты диссертации соискателя. Согласие распространяется на следующие персональные данные: фамилия, имя, отчество; ученая степень; ученое звание; шифр специальности, по которой защищена диссертация; место основной работы; должность; контактный телефон, e-mail; научные публикации.

Также подтверждаю, что даю согласие на размещение полного текста отзыва на диссертацию и сведений об официальном оппоненте на сайте (портале) Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской Академии Наук в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://zioc.ru/events/novosti-dissertacionnyix-sovetov> с момента подписания настоящего согласия.

Приложение: сведения об официальном оппоненте
Доктор химических наук, доцент, профессор
кафедры органической и биомолекулярной химии,
Химико-технологический институт,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого президента России Б. Н. Ельцина»

И.А. Утепова

Подпись И.А. Утеповой заверяю
Ученый секретарь Ученого совета УрФУ,
кандидат технических наук, доцент

В.А. Морозова

27.10.2025 г.



Сведения об официальном оппоненте

по диссертации Вавиной Анны Викторовны «Синтез ионных жидкостей из возобновляемого сырья, исследование их физико-химических свойств и биологической активности» по специальности 1.4.3 – Органическая химия на соискание ученой степени кандидата химических наук

Фамилия, имя, отчество	Утепова Ирина Александровна
Гражданство	РФ
Ученая степень, наименование отрасли науки, научных специальностей, по которым защищена диссертация	Доктор химических наук (02.00.03)
Ученое звание	Доцент
Полное наименование организации в соответствии с уставом	ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	ФГБОУ ВО УрФУ
Ведомственная принадлежность организации	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Полное наименование кафедры	Кафедра органической и биомолекулярной химии
Почтовый индекс, адрес организации	620002, УФО, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19
Веб-сайт	http://www.urfu.ru/
Телефон	+7-982-637-48-39
Адрес электронной почты	i.a.utepova@urfu.ru
Список основных публикаций в рецензируемых изданиях, монографии, учебники за последние пять лет по теме диссертации (не более 15 публикаций)	10-15 публикаций за последние 5 лет
Являетесь ли Вы работником Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской Академии Наук (в том числе по совместительству)?	Не являюсь
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организации, где работает	Не являюсь

соискатель ученой степени, его научный руководитель?	
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организаций, где ведутся научно-исследовательские работы, по которым соискатель ученой степени является руководителем или работником организации-заказчика или исполнителем (соисполнителем)?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом экспертных советов Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом диссертационного совета, принявшего диссертацию к защите?	Не являюсь
Являетесь ли Вы соавтором соискателя степени по опубликованным работам по теме диссертационного исследования?	Не являюсь

Список основных публикаций по теме диссертации в журналах за последние 5 лет (не более 15 публикаций)

1. Nemytov, A. I. Synthesis, structure and magnetic properties of binuclear 3d-metal complexes of new 3-(2-pyridyl)-6-phenyl-1,2,4-triazine derivative / A. I. Nemytov, I. A. Utepova, M. A. Kiskin, N. N. Efimov, M. V. Fedind, I. L. Eremenko, A. A. Musikhina, P. A. Slepukhin, O. N. Chupakhin // Polyhedron. – 2021. – 193. – P. 114901, IF 3.05, Q2, doi.org/10.1016/j.poly.2020.114901.

2. Dorosheva, I. B. Synthesis and physicochemical properties of nanostructured TiO₂ with enhanced photocatalytic activity / I. B. Dorosheva, A. A. Valeeva, A. A. Rempel, M. A. Trestsova, I. A. Utepova, O. N. Chupakhin // Inorg. Mater. – 2021. – 57. – P. 503-510, IF 0.86, Q2, doi.org/10.1134/S0020168521050022 (перевод). Дорошева, И. Б. Синтез и физико-химические свойства наноструктурированного TiO₂ с повышенной

фотокаталитической активностью / И. Б. Дорошева, А. А. Валеева, А. А. Ремпель, М. А. Тресцова, И. А. Утепова, О. Н. Чупахин // Неорганические материалы – 2021. – 57(5). – С. 528-535, IF 0.86, Q2, doi.org/10.1134/S0020168521050022.

3. Trestsova, M. A. Oxidative C-H/C-H coupling of dipyrromethanes with azines by TiO₂-based photocatalytic system. Synthesis of new BODIPY dyes and their photophysical and electrochemical properties / M. A. Trestsova, I. A. Utepova, O. N. Chupakhin, M. V. Semenov, D. N. Pevtsov, L. M. Nikolenko, S. A. Tovstun, A. V. Gadomska, A. V. Shchepochkin, G. A. Kim, V. F. Razumov, I. B. Dorosheva, A. A. Rempel // *Molecules*. – 2021. – 26. – P. 5549. IF 4.41, Q1, doi.org/10.3390/molecules26185549.

4. Dutysheva, E. A. Synthesis and approbation of new neuroprotective chemicals of pyrrolyl- and indolylazine classes in a cell model of Alzheimer's disease / E. A. Dutysheva, I. A. Utepova, M. A. Trestsova, A. S. Anisimov, V. N. Charushin, O. N. Chupakhin, B. A. Margulis, I. V. Guzhova, V. F. Lazarev // *Eur. J. Med. Chem.* – 2021. – 222. – P. 113577, IF 6.51, Q1, doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113577.

5. Pevtsov, D. N. Photophysics of α -aziny-substituted 4,4-difluoro-8-(4-R-phenyl)-4-bora-3a,4a-diaza-s-indacenes / D. N. Pevtsov, L. M. Nikolenko, A. V. Nevidimov, S. A. Tovstun, A. V. Gadomska, V. A. Kuzmin, V. F. Razumov, M. A. Trestsova, I. A. Utepova, O. N. Chupakhin, A. V. Shchepochkin, A. A. Valeeva, A. A. Rempel // *Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry*. – 2022. – 432. – P. 114109, IF 5.141, Q2, doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.114109.

6. Serebrennikova, P.O. Synthesis and Biological Investigation of 1,2,4-Triazolo[4,3-a]azines as Potential HSF1 Inductors / P. O. Serebrennikova, I. A. Utepova, O. N. Chupakhin, I. V. Guzhova, E. R. Mikhaylova, A. P. Antonchick // *Synthesis*. – 2022. – 54. – P. 2677-2686, IF 3.019, Q1, doi.org/10.1055/s-0040-1719907.

7. Chupakhin, O. N. Synthesis and properties of azines functionalized graphene with extremely high adsorptive ability to Eu³⁺ ions / O. N. Chupakhin, A. A. Musikhina, I. A. Utepova, V. N. Charushin, A. A. Rempel, V. I. Pryakhina, S. V. Pershina, L. A. Yolshina, E. Yu. Zyryanova, E. G. Vovkotrub // *FlatChem*. – 2022. – 33. – P. 100348, IF 5.829, Q1, doi.org/10.1016/j.flatc.2022.100348.

8. Musikhina, A. A. Advanced Application of Planar Chiral Heterocyclic Ferrocenes / A. A. Musikhina, P. O. Serebrennikova, O. N. Zabelina, I. A. Utepova, O. N. Chupakhin // *Inorganics*. – 2022. – 10. – P. 152, IF 3.149, Q2, doi.org/10.3390/inorganics10100152.

9. Lazarev, V. F. Indolylazine Derivative Induces Chaperone Expression in Aged Neural Cells and Prevents the Progression of Alzheimer's Disease / V. F. Lazarev, E. A. Dutysheva, E. R. Mikhaylova, M. A. Trestsova, I. A. Utepova, O. N. Chupakhin, B. A. Margulis, I. V. Guzhova // *Molecules*. – 2022. – 27. – P. 8950, IF 4.927, Q1, doi.org/10.3390/molecules27248950.

10. Dutysheva, E. A. Combination of a Chaperone Synthesis Inducer and an Inhibitor of GAPDH Aggregation for Rehabilitation after Traumatic Brain Injury: A Pilot Study / E. A. Dutysheva, E. R. Mikhaylova, M. A. Trestsova, A. I. Andreev, D. Yu. Apushkin, I. A. Utepova, P. O. Serebrennikova, E. A. Akhremenko, N. D. Aksenov, E. I. Bon', S. M. Zimatkin, O. N. Chupakhin, B. A. Margulis, I. V. Guzhova, V. F. Lazarev //

Pharmaceutics. – 2023. – 15. – P. 7, IF 6.525, Q1, doi.org/10.3390/pharmaceutics15010007.

11. Makhaeva, G. F. Derivatives of 9-phosphorylated acridine as butyrylcholinesterase inhibitors with antioxidant activity and the ability to inhibit β -amyloid self-aggregation: potential therapeutic agents for Alzheimer's disease / G. F. Makhaeva, N. V. Kovaleva, E. V. Rudakova, N. P. Boltneva, S. V. Lushchekina, T. Yu Astakhova, E. N. Timokhina, O. G. Serebryakova, A. V. Shchepochkin, M. A. Averkov, I. A. Utepova, N. S. Demina, E. V. Radchenko, V. A. Palyulin, V. P. Fisenko, S. O. Bachurin, O. N. Chupakhin, V. N. Charushin, R. J. Richardson // *Front. Pharmacol.* – 2023. – 14. – P. 1219980, IF 5.988, Q1, doi.org/10.3389/fphar.2023.1219980.

12. Serebrennikova, P. O. Synthesis and biological evaluation of 1,2,4-triazoloazines as potent anticancer agents / P. O. Serebrennikova, J. A. Paznikova, E. A. Kirnos, I. A. Utepova, E. D. Kazakova, V. F. Lazarev, L. S. Kuznetsova, B. A. Margulis, I. V. Guzhova, O. N. Chupakhin, A. P. Sarapultsev // *New J. Chem.* – 2023. – 47. – P. 18325-18331, IF 3.925, Q2, doi.org/10.1039/D3NJ03158F.

13. Nemytov, A. I. Four-coordinate boron luminophores with N,O-heterobiaryl chelating ligands. Synthesis, structure and photoluminescent properties / A. I. Nemytov, I. A. Utepova, N. P. Belskaya, A. K. Eltyshv, V. A. Yalunina, O. N. Chupakhin, P. A. Slepukhin // *Dyes Pigments.* – 2023. – 220. – P. 111726, IF 4.1, Q2, doi.org/10.1016/j.dyepig.2023.111726.

14. Ilkin, V. G. Catalytic [4+1]-annulation of thioamides with carbenoid precursors / V. G. Ilkin, V. O. Filimonov, I. A. Utepova, T. V. Beryozkina, P. A. Slepukhin, A. A. Tumashov, W. Dehaen, V. A. Bakulev // *Org. Chem. Front.* – 2024. – 11. – P. 3537-3545, IF 4.6, Q1, doi.org/10.1039/D3QO0025H.

15. Ermakova, E.A. Copper(II) complexes based on 2-ferrocenyl-1,10-phenanthroline: structure, redox properties, cytotoxicity and apoptosis / Ermakova E. A., Golubeva Y. A., Klyushova L. S., Smirnova K. S., Savinykh P. E., Romashev N. F., Gushchin A. L., Zaitsev K. V., Osik N. A., Fedin M. V., Zyryanova E. Y., Utepova I. A., Lider E. V. *New J. Chem.* – 2025. – 49. – P. 17882-17894, IF 3.925, Q2, doi.org/10.1039/d5nj03227j.

Официальный оппонент:

Доктор химических наук, профессор кафедры
органической и биомолекулярной химии,
Химико-технологический институт,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого президента России Б.Н. Ельцина»

И.А. Утепова

Подпись Утеповой И.А. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета УрФУ,

кандидат технических наук, доцент

В.А. Морозова

27.10.2025 г.

Отзыв официального оппонента

доктора химических наук, Утеповой Ирины Александровны

на диссертацию Вавиной Анны Викторовны

«Синтез ионных жидкостей из возобновляемого сырья, исследование их физико-

химических свойств и биологической активности»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата химических наук

по специальности 1.4.3. Органическая химия

Актуальность работы

Диссертационное исследование Вавиной А.В. посвящено разработке методов синтеза новых типов ионных жидкостей (ИЖ) с использованием в качестве природного сырья углеводов, жирных кислот, 5-гидроксиметилфурфурола, изучению их физико-химических свойств, противомикробной активности, токсичности. Известно, что ИЖ на основе фармацевтических средств могут быть более растворимы и стабильны, чем препараты в форме таблеток и порошков, и, как следствие, лучше проникать сквозь клеточные мембраны. Кроме этого, сами ИЖ могут обладать физиологической активностью, в частности антимикробной, противоопухолевой. Одним из примеров является препарат Цетилпиридиния хлорид, обладающий выраженными антибактериальными свойствами. Исходя из вышеизложенного, тематика диссертационной работы Вавиной Анны Викторовны является высоко актуальной, а результаты этой работы имеют как фундаментальное, так и прикладное значение в области органического синтеза, химической технологии и медицинской химии.

Структура и объем диссертации

Диссертация Вавиной А.В. написана на 185 страницах и построена традиционным образом: введение, литературный обзор (Глава 1), обсуждение полученных диссертантом результатов (Глава 2), экспериментальная часть (Глава 3), выводы и список литературы, включающий 379 наименований.

Литературный обзор к диссертационной работе Вавиной А.В. написан на 56 страницах, содержит 345 ссылок на зарубежные и отечественные источники. Обзор состоит из 6 разделов: в разделе 1.1. «Ионные жидкости. Этапы развития и основные классы» введены основные понятия, связанные с проведенным исследованием, описаны типы ионных жидкостей, в разделе 1.2. показаны природные источники и их синтетические аналоги сырья для органического синтеза, в разделах 1.3. и 1.4. рассмотрены методы

получения ИЖ на основе углеводов и жирных кислот с минимальными и значительными изменениями в структуре, в 1.5. рассмотрены виды физиологической активности ИЖ (противомикробная и противоопухолевая), вопросы по их утилизации и токсичности, раздел 1.6. – заключение. Стоит отметить попытку автора систематизировать и обобщить теоретические данные о методах синтеза и свойствах ИЖ, содержащих углеводы и жирные кислоты. Весомость списка использованной литературы свидетельствует о тщательности проведенного анализа ранее опубликованных данных по разрабатываемой тематике. На основе анализа ранее опубликованных данных и, учитывая имеющийся в коллективе лаборатории экспериментальный опыт, Вавиной А.В. был обоснован выбор предложенных в работе эффективных подходов для синтеза целевых соединений.

Вторая глава содержит результаты собственных систематических исследований, посвященных синтезу разнообразных по строению ИЖ и исследованию их антибактериальных свойств и противоопухолевой активности. В каждом разделе подробно обсуждены способы синтеза исходных соединений, целевых продуктов, проанализированы результаты синтетических исследований и биологических испытаний. Диссертантом предложен механизм действия ИЖ на примере, проведены квантово-механические расчеты.

В главе 3 диссертации представлены экспериментальные методики синтеза исходных соединений и целевых продуктов, а также их физико-химические характеристики. Экспериментальная часть работы выполнена на профессиональном уровне с привлечением современного набора инструментов физико-химического анализа.

В выводах сформулированы основные результаты, выявляющие возможные перспективы дальнейшей разработки темы.

Достоверность

Структура и состав полученных соединений охарактеризованы комплексом физико-химических методов исследования, включающим спектроскопию ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на ядрах ^1H , ^{13}C , масс-спектрометрию высокого разрешения (МСВР), рентгеноструктурный анализ (РСА). Анализ состава, чистоты и физико-химических свойств полученных соединений осуществлялся на современном сертифицированном оборудовании.

Научная новизна и практическая значимость

В результате проведенных исследований выявлена возможность использования 5-гидроксиметилфурфурола как исходного реагента для получения ИЖ, предложены методы синтеза протонных и апротонных ИЖ, возможности их функционализации и сохранения

боковой гидроксильной группы, изучены антимикробные свойства. Предложен простой и удобный способ получения ИЖ с нечетным числом атомов в линейном заместителе посредством значительной трансформации строения природных жирных кислот. Показана высокая антимикробная активность данных смесей в сравнении с известными соединениями. Разработан метод конструирования ИЖ, содержащих активный фармацевтический ингредиент (АФИ-ИЖ) на примере коричной кислоты, получены ряды ионных жидкостей, включающих циннамоильный фрагмент в структуру аниона или катиона. Синтезирован ряд низкотоксичных мягких антимикробных агентов из жирных кислот и их природных смесей, включая жирные кислоты в катионы ИЖ в виде сложных эфиров, что делает возможным протекание реакции гидролиза. Был предложен синтетический подход к получению ионных жидкостей, обладающих антимикробной активностью близкой к коммерчески доступным антимикробными агентам, из биологически возобновляемого сырья: жирных кислот, 5-гидроксиметилфурфурола и вторичных аминов. Кроме этого, для всех полученных в работе рядов ИЖ определены структурные факторы, оказывающие влияние на физико-химические свойства, физиологическую активность и стабильность синтезированных ионных жидкостей.

Личный вклад соискателя связан с участием в определении задач исследования, проведении лабораторного эксперимента, анализе полученных спектральных данных, апробации и подготовке к публикации результатов работы.

Апробация работы и публикации. Результаты работы Вавиной А.В. опубликованы в международных авторитетных химических журналах и прошли апробацию на международных и Российских конференциях. Содержание диссертации соответствует содержанию автореферата и отражено в шести статьях (пять из которых в журналах Q1), рекомендованных ВАК РФ и входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science; 5 тезисов докладов на всероссийских и международных конференциях (European Symposium on Organic Chemistry, Virtual Mini Symposium, (Online, 2021 г.); VI Международной конференции «Успехи синтеза и комплексообразования» (Москва, 2022 г.); научной конференции-школе «Лучшие катализаторы для органического синтеза» (Москва, 2023 г.); научной конференции-школе «Новые горизонты катализа и органической химии» (Москва, 2023 г.); IX Молодежной конференции ИОХ РАН, посвященной 160-летию со дня рождения академика Н.Д. Зелинского (Москва, 2023 г.).

При чтении автореферата и диссертационной работы возникли следующие замечания и вопросы:

1. В разделах, посвященных изучению физиологической активности, удобнее для понимания приводить данные в форме таблиц, например, раздел 2.3.4.
2. Чем обусловлен выбор иодистого метила в качестве алкилирующего агента для получения ионных жидкостей? Вероятно, выбор алкилирующего агента может кардинально влиять на физиологическую активность ионных жидкостей.
3. Поясните механизм реакции на схеме 4 автореферата (схема 42 диссертации).
4. Использовались ли какие-то методы, кроме ЯМР спектроскопии для определения стабильности ИЖ?
5. В экспериментальной части для некоторых соединений, например, для N-(2-гидроксиэтил)-N-(4-ацилоилоксибутил)-N,N-диметиламмоний хлорид ([S-Ch]Cl) указано значение «Найдено m/z 428.4098; рассчитано для катиона $C_{26}H_{54}NO_3^+$ m/z 428.4098 ($\Delta = 0.0$ м.д.). Обязательно ли указывать разность в таких случаях?

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки работы и не касаются новизны и достоверности полученных результатов, полученных в диссертационном исследовании Вавиной А.В. Диссертационная работа Вавиной Анны Викторовны «Синтез ионных жидкостей из возобновляемого сырья, исследование их физико-химических свойств и биологической активности» является актуальным, научно-обоснованным исследованием, отличающимся оригинальностью, научной новизной и практической значимостью. Оно выполнено на высоком научном уровне с использованием современных методов органического синтеза и доказательств структуры полученных соединений. Диссертационная работа отличается единством и логичностью построения, достоверность полученных диссертантом новых научных результатов не вызывает сомнений. Автореферат диссертации и опубликованные работы отражают основное содержание работы.

Полученные результаты и разработанные на их основе методы, соединения и материалы могут быть использованы в МГУ им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургском государственном университете, ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН, ИНЭОС им. А.Н. Несмеянова РАН, ФИЦ ПХФ и МХ РАН, ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, ФИЦ ХФ РАН, РХТУ им. Д. И. Менделеева, НИОХ им. Н.Н. Ворожцова, ИОФХ КазНЦ РАН, ИОС им. И.Я. Постовского УрО РАН, УрФУ им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина и в других научных организациях и коллективах.

Диссертационная работа Вавиной Анны Викторовны по поставленным задачам, уровню их решения, актуальности и научной новизне безусловно удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства

РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в последней ред.) , а ее автор – Вавина Анна Викторовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 – Органическая химия.

Официальный оппонент:

Утепова Ирина Александровна,

доктор химических наук по специальности 1.4.3. (02.00.03) Органическая химия, доцент, профессор кафедры органической и биомолекулярной химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б. Н. Ельцина»

Почтовый адрес: 620002, УФО, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Телефон: +7 (982) 637 48 39

Электронный адрес: i.a.utepova@urfu.ru

Дата: 10 ноября 2025 г.



И.А. Утепова

Подпись Утеповой И.А. заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета УрФУ,

кандидат технических наук, доцент



В.А. Морозова