

Председателю диссертационного совета

24.1.218.02 при УФИЦ РАН

д-ру хим. наук, проф. Хурсану С.Л.

**Заключение экспертной комиссии диссертационного совета 24.1.218.02
по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук на базе Федерального государственного бюджетного
научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра
Российской академии наук**

от «24» апреля 2026 года по ознакомлению с диссертационной работой
Усмановой Гульсум Салаватовны, представленной на соискание
ученой степени кандидата химических наук по специальности
1.4.4. Физическая химия

Председатель комиссии:

д-р хим. наук, профессор Шарипов Глюс Лябибович

Члены комиссии:

д-р хим. наук, профессор Халилов Леонард Мухибович

д-р хим. наук, старший научный сотрудник Сафиуллин Рустам Лутфуллович

Комиссия диссертационного совета 24.1.218.02, ознакомившись с диссертационной работой Усмановой Гульсум Салаватовны на тему «Физико-химические свойства новых производных полииндола и его сополимеров и потенциал возможностей применения» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия, пришла к следующему заключению:

1. Актуальность темы

Полииндолы как класс электропроводящих сопряжённых полимеров обладают ценным сочетанием свойств: высокой термостабильностью, окислительно-восстановительной активностью, фотолюминесценцией и низкой скоростью деградации. Это делает их перспективными для органической электроники, антикоррозионной защиты, сорбции и биомедицины. Однако существующие методы синтеза (электрохимический, окислительная полимеризация с металлокомплексными катализаторами) характеризуются низким выходом, высокой стоимостью и сложностью контроля свойств. В связи с этим разработка новых эффективных подходов к получению полииндолов и изучение их

физико-химических характеристик являются актуальными. Перспективным направлением является применение полимераналоговых превращений, в частности, внутримолекулярной циклизации производных полианилина. Впервые реализованный нами подход к циклизации орто-замещённого полианилина позволил получить полииндолы нового типа с 1,5-присоединением мономерных звеньев (ранее не описанные в литературе) с высоким выходом, высокой термической стабильностью и фотопроводимостью. Данная методология открывает путь к получению новых полииндолов и сополимеров с регулируемыми свойствами, что является важной и перспективной задачей в области полимерного материаловедения и органической электроники.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Личный вклад Усмановой Г.С. состоит в поиске, анализе и систематизации литературных данных, обобщении и написании на их основе обзора литературы, проведении экспериментальных исследований с обработкой и анализом результатов, подготовке публикаций на их основе и представлении этих результатов на научных конференциях.

3. Достоверность результатов проведенных исследований

Достоверность проведенного исследования подтверждается обширным объемом экспериментальных данных, полученных с применением современных физико-химических методов анализа. Высокий уровень надежности результатов обеспечивается использованием актуальных и стандартных методик исследования, а также воспроизводимостью полученных данных. Анализ состава, структуры и чистоты полученных соединений осуществлялся на сертифицированных и поверенных приборах Центра коллективного использования «Химия» УФИХ УФИЦ РАН

4. Научная новизна и практическая значимость

В работе Усмановой Г.С. впервые осуществлён синтез полииндолов с 1,5-сочленёнными индольными фрагментами. Проведено систематическое физико-химическое исследование их адсорбционных свойств по отношению к анионным и катионным красителям, а также изучена антибактериальная активность, что подтверждает многофункциональный характер полученных материалов. Разработана методология синтеза новых сопряжённых полимеров, включающая стадии окислительной сополимеризации анилина с 2-[2-хлор-1-метилбут-2-ен-1-ил]анилином и последующей внутримолекулярной циклизации, приводящей к формированию гибридных анилинин-

индольных структур. Впервые обнаружена фотопроводимость у синтезированных полииндолов с 1,5-сочленёнными фрагментами. Установлена корреляция между химическим составом полимеров и их физико-химическими характеристиками: показано, что увеличение доли индольных звеньев сопровождается ростом фотопроводимости.

Предложенный подход к синтезу новых полииндолов и сополимеров анилина обеспечивает получение многофункциональных полимерных материалов, обладающих комплексом ценных физико-химических характеристик. Высокая чувствительность полученных полимерных пленок к влажности и аммиаку, обусловленная изменениями в их электронной структуре и поверхностных характеристиках, открывает перспективы для разработки химических сенсоров нового поколения. Обнаруженная фотопроводимость указывает на применимость этих материалов в органической фотоэлектронике, включая фотодетекторы и активные слои фотоэлементов. Результаты адсорбционных исследований подтвердили высокую эффективность поли[2-метил-1*H*-индолов] в отношении как анионных, так и катионных красителей, а также способность сополимеров анилина к поглощению метилового оранжевого. Это позволяет рассматривать данные материалы как эффективные сорбенты для решения экологических задач, в первую очередь для очистки промышленных сточных вод. Выявленная антибактериальная активность полииндолов расширяет спектр их практического применения, открывая перспективы для разработки антимикробных покрытий и биоцидных материалов.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

По материалам диссертационной работы Усмановой Г.С. опубликованы 8 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в базы данных Web of Science и Scopus, получен 1 патент РФ на изобретение, а также тезисы 17 докладов, представленных на российских и международных конференциях. Требования к публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренные пунктами 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, выполнены.

Наиболее значимыми являются следующие работы:

1. **Usmanova G.S.** Preparation of copolymers based on aniline and 2[2-chloro-1-methylbut-2-en-1-yl]aniline and their application for the removal of methyl orange from aqueous solutions / Usmanova G.S., Latypova L.R., Yusupova A.R., Mustafin A.G. // Journal of Polymers and the Environment. – 2025. – V. 33, № 3. – P. 1585-1600.

2. **Usmanova G.S.** Synthesis and characterization of polyindole derivatives for removal of organic dyes: Methyl orange and Methylene blue / Usmanova G.S., Aznabaeva M.R., Latypova L.R., Mustafin A.G. // Journal of Applied Polymer Science. – 2025. – V. 143, № 6. – P. e58166.
3. **Usmanova G. S.** Removal of Anionic Methyl Orange Dye from Water by Poly[2- methyl 1H indole] Derivatives: Investigation of Kinetics and Isotherms of Adsorption / Usmanova G.S., Latypova L.R., Mustafin A.G. // The Journal of Physical Chemistry B. – 2024. – V. 128, № 17. – P. 4195-4207.
4. **Usmanova G.S.** Synthesis and investigation of polymers containing aniline and indole fragments / Usmanova G.S., Latypova L.R., Andriianova A.N., Salikhov S.M., Mustafin A.G. // Materials Today Communications. – 2023. – V. 36. – P. 106893.
5. Latypova L.R. Synthesis of N alkyl and N alkenyl substituted polyanilines. Properties and antibacterial activity study / Latypova L.R., **Usmanova G.S.**, Vasilova L.Y., Andriianova A.N., Salikhov S.M., Zorin V.V., Mustafin A.G. // Journal of Polymer Research. – 2023. – V. 30, № 8. – P. 315.
6. Latypova L.R. Influence of copolymer composition on the properties of soluble poly (aniline-co-2-[2-chloro-1-methylbut-2-en-1-yl] aniline)s / Latypova L.R., Andriianova A.N., **Usmanova G.S.**, Salikhov R.B., Mustafin A.G. // Polymer International. – 2023. – V. 72, № 4. – P. 440-450.
7. Latypova L.R. Synthesis and characterization of N-substituted polyanilines and polyindoles and their antibacterial activity / Latypova L.R., **Usmanova G.S.**, Vasilova L.Y., Zorin V.V., Mustafin A.G. // Chemical Papers. – 2022. – V. 77, № 1. – P. 473-483.
8. Mustafin A.G. Poly [N-(2-chloroprop-2-en-1-yl) aniline]s: Synthesis, polymer analogous reaction, and Physicochemical Properties / Mustafin A.G., Latypova L.R., Andriianova A.N., **Usmanova G.S.** // Polymer Chemistry. – 2021. – V. 12, № 39. – P. 5650-5661.

6. Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа соответствует отрасли «Химические науки» и паспорту научной специальности 1.4.4. Физическая химия, а именно пунктам:

1. – Экспериментально-теоретическое определение энергетических и структурно-динамических параметров строения молекул и молекулярных соединений, а также их спектральных характеристик;
3. – Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях;
12. – Физико-химические основы процессов химической технологии и синтеза новых материалов.

7. Ценность научных работ соискателя

Ценность исследования Усмановой Г.С. заключается в получении новых полимерных материалов с уникальным сочетанием функциональных свойств. Разработанная стратегия синтеза позволила создать полииндолы и сополимеры анилина, которые могут найти применение в трех ключевых областях: как высокочувствительные сенсоры для определения влажности и аммиака, как фотопроводящие материалы для органической фотоэлектроники, а также как эффективные сорбенты для очистки сточных вод от красителей. Дополнительную ценность работе придает обнаруженная антибактериальная активность, открывающая перспективы создания антимикробных покрытий.

8. Проверка диссертации на наличие заимствованного материала без ссылки на авторов

В тексте диссертации соискатель ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, также отмечает полученные лично и (или) в соавторстве результаты, что говорит о соблюдении требований, установленных **пунктом 14 Положения о присуждении ученых степеней**. Итоговая оценка оригинальности по системе проверки использования заимствованного материала без ссылки на автора составила 82,26 %, что включает самоцитирование (0,89 %) (заключение экспертной комиссии и автоматический отчет прилагаются).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспертная комиссия единогласно решила, что диссертация Усмановой Гульсум Салаватовны на тему «Физико-химические свойства новых производных полииндола и его сополимеров и потенциал возможностей применения», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия, представляет собой научно-квалификационную работу, которая полностью соответствует критериям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствует заимствованный материал без ссылок на авторов или источники заимствования. Диссертация оформлена в соответствии с установленными требованиями. Текст диссертации, представленный в диссертационный совет 24.1.218.02, идентичен тексту диссертации, размещенному на сайте организации (www.ufaras.ru). Диссертация Усмановой Гульсум Салаватовны на тему «Физико-

химические свойства новых производных полииндола и его сополимеров и потенциал возможностей применения» может быть принята диссертационным советом 24.1.218.02 к защите по научной специальности 1.4.4. Физическая химия.

Рекомендовать официальными оппонентами следующих специалистов:

Борисова Ивана Михайловича – доктора химических наук (02.00.04 – Физическая химия), профессора кафедры физической и органической химии технологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (ФГБОУ ВО УГНТУ); Адрес: 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1; тел.: + 7 (347) 243-19-77; сайт <https://ugntu.ru/ru/>; e-mail: borisovim@yandex.ru; ректор ФГБОУ ВО «УГНТУ»: к.х.н., доцент Баулин Олег Александрович.

Фролову Любовь Анатольевну – кандидата химических наук (02.00.04 – Физическая химия), и.о. заведующего лабораторией молекулярной и гибридной электроники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук (ФИЦ ПХФ и МХ РАН). Адрес: 142432, Московская обл., г. о. Черноголовка, г. Черноголовка, пр. академика Семенова, д. 1.; тел.: +7 (495) 993-57-07 сайт: <https://icp-ras.ru/> e-mail: lyubovanatolievna@mail.ru; директор ФИЦ ПХФ и МХ РАН: к. ф-м. н., доцент Голосов Евгений Витальевич.

Рекомендовать ведущую организацию:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ); Адрес: 620062, Российская Федерация, Уральский федеральный округ, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19.; тел.: +7 (343) 375- 45- 03; сайт: <https://urfu.ru/ru/>; e-mail: contact@urfu.ru; и. о. ректора УрФУ: к. т. н., доцент Обабок Илья Николаевич.

Председатель комиссии:

д-р хим. наук, проф. Шарипов Глюс Лябибович



Члены комиссии:

д-р хим. наук, проф. Халилов Леонард Мухибович

д-р хим. наук, ст. научн. сотр. Сафиуллин Рустам Лутфуллович



«24» апреля 2026 г.

Заключение

о допустимости выявленного объема текстовых совпадений между текстом диссертации и источниками, авторство которых установлено, для рассмотрения рукописи диссертации как оригинальной научной (квалификационной) работы по диссертации Усмановой Гульсум Салаватовны на тему «Физико-химические свойства новых производных полииндола и его сополимеров и потенциал возможностей применения», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Экспертная комиссия в составе

председателя комиссии – д-ра хим. наук, проф. Шарипова Глюса Лябибовича

членов комиссии – д-ра хим. наук, проф. Халилова Леонарда Мухибовича

д-ра хим. наук, ст. научн. сотр. Сафиуллина Рустама Лутфулловича

рассмотрела представленный для проведения экспертизы комплект документов в составе:

1. Полный текст диссертации в электронном виде.
2. Распечатка текста диссертации.
3. Автоматический отчет системы «Антиплагиат» о выявленных текстовых совпадениях с указанием ссылок на источники совпадающих фрагментов.

Отчет о выявленных текстовых совпадениях и о количественно оцененной степени близости каждого выявленного совпадения, проведенной в системе Антиплагиат (www.antiplagiat.ru) выявил 16,85 % текстовых совпадений. Содержательная экспертиза текстовых совпадений с учетом ссылок на источники совпадающих фрагментов, детальной информации о совпадающих фрагментах показала, что выявленные совпадения представляют собой цитаты собственных материалов и корректное цитирование источников, с указанием ссылок на них. Таким образом, на основании анализа информации о совпадающих фрагментах, их источниках и количества оцененной степени близости каждого выявленного совпадения комиссия постановила, что выявленный объем текстовых совпадений 16,85 % допустим для рассмотрения рукописи диссертации как оригинальной научной работы. Диссертация Усмановой Гульсум Салаватовны на тему «Физико-химические свойства новых производных полииндола и его сополимеров и потенциал возможностей применения» и представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия может считаться полностью оригинальной работой.

Приложение: Автоматический отчет о проверке на плагиат диссертации «Физико-химические свойства новых производных полииндола и его сополимеров и потенциал

возможностей применения», представленной на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 1.4.4. Физическая химия (система антиплагиат www.antiplagiat.ru).

Пояснения к автоматическому отчету:

1. Источники № 01-13 содержат общепринятые аббревиатуры и расшифровки, часто употребляемые фразы и словосочетания, не являющиеся предметом авторской работы.

Председатель комиссии:

д-р хим. наук, проф. Шарипов Глюс Лябибович

Члены комиссии:

д-р хим. наук, проф. Халилов Леонард Мухибович

д-р хим. наук, ст. научн. сотр. Сафиуллин Рустам Лутфуллович

Председатель диссертационного совета 24.1.218.02

д-р хим. наук, проф.



Хурсан С.Л.

Ученый секретарь диссертационного совета 24.1.218.02

д-р хим. наук, доц.

Травкина О.С.

«27» апреля 2026 г.