

**Заключение диссертационного совета МГУ.014.1
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

Решение диссертационного совета №111 от 19 ноября 2025 г.
О присуждении Пановой Людмиле Викторовне, гражданке Российской Федерации,
ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Получение аэрогелей, модифицированных производными ферроцена» по специальности 1.4.3. Органическая химия принята к защите диссертационным советом 8 сентября 2025 г., протокол № 106г.

Соискатель Панова Людмила Викторовна 1995 года рождения в 2018-2022 гг. обучалась в очной аспирантуре химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», которую успешно окончила в 2022 году. Соискатель в 2025 году была прикреплена к кафедре органической химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Соискатель в настоящее время работает в должности инженера 2 категории в лаборатории биологически активных органических соединений кафедры органической химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена в лаборатории координационных металлорганических соединений (КМОС) на кафедре органической химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель – Леменовский Дмитрий Анатольевич, доктор химических наук, профессор, в должности профессора кафедры органической химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Киселев Михаил Григорьевич, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук», директор.

Голубева Елена Николаевна, доктор химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», химический факультет, кафедра химической кинетики, профессор.

Кучуров Илья Владимирович, кандидат химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского Российской академии наук», лаборатория тонкого органического синтеза имени И.Н. Назарова №11, заместитель директора по научной работе.
дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался компетентностью данных ученых в области синтетической и полимерной химии, наличием опыта работы со сверхкритическими флюидными средами, а также имеющимися у них научными публикациями по теме, родственной теме диссертации и способностью определить научную и практическую значимость исследования.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 5 работ, из них 5 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.4.3. Органическая химия:

1) **Erkhova L.**, Presniakov I., Afanasov M., Lemenovskiy D., Yu H., Wang L., Danilson M., Koel M. Ferrocene Introduced into 5-Methylresorcinol-Based Organic Aerogels // *Polymers* – 2020. – V. 12. – P.1582–1594. EDN: GRUDCD. Импакт-фактор 0,918 (SJR). Объем 0.94 п.л.. Личный вклад автора 50%.

2) Pichugov A., Bushkov N., **Erkhova L.**, Zhizhko P., Gagieva S., Zarubin D., Ustynyuk N., Lemenovskii D., Yu H., Wang L. Synthesis of 1,1'-diacetylferrocene imines via catalytic oxo/imido heterometathesis // *Journal of Organometallic Chemistry* – 2019. – V. 887. – P. 1–4. EDN: INWLSV. Импакт-фактор 0,385 (SJR). Объем 0.38 п.л.. Личный вклад автора 20%.

3) Панова Л.В., Леменовский Д.А., Афанасов М.И., Крутько Д.П., Попков М.А., Бурлуцкий Р.О., Брусова М.М., Коэль М., Болобаев Ю., Таланова В.Н., Буяновская А.Г. Модифицированные ферроценом резорцин-формальдегидные аэрогели // *Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика* – 2023 – Т.18. – № 1. – С. 38–51. EDN: QXVUZO. Импакт-фактор 0,114 (РИНЦ). [Panova L.V., Lemenovskii D.A., Afanasov M.I., Popkov M.A., Burlutskiy R.O., Brusova M.M., Koel M., Bolobajev J., Talanova V.N., Buyanovskaya A.G. Ferrocene-modified resorcinol-formaldehyde aerogels // *Russian Journal of Physical Chemistry B* – 2023 – V. 17. – № 7. – P. 1526-1533. EDN: OXQCEC. Импакт-фактор 0,244 (SJR)]. Объем 1.25 п.л.. Личный вклад автора 50%.

4) **Панова Л.В.**, Брусова М.М., Крутько Д.П., Леменовский Д.А., Попков М.А., Афанасов М.И., Дядченко В.П., Бурлуцкий Р.О., Панов Ю.М., Иоутси В.А. Гидросилилирование ферроценодержащих алкенов и алкинов — путь к силоксановым аэрогелям, модифицированным ферроценом // *Известия Академии наук. Серия химическая* – 2024 – Т. 73 – № 2. – С. 396–413. EDN: KRBQIC. Импакт-фактор 1,035 (РИНЦ).[Panova L.V., Brusova M.M., Krut'ko D.P., Lemenovskii D.A., Popkov M.A., Afanasov M. I., Dyadchenko V.P., Burlutsky R.O., Panov Y.M., Ioutsi V.A. Hydrosilylation of ferrocene-containing alkenes and alkynes as a route to siloxane aerogels modified with ferrocene // *Russian Chemical Bulletin* –

2024 – V. 73. – № 2. – P. 396–413. EDN: MZMIJZ. Импакт-фактор 0,305 (SJR)] Объем 1.84 п.л.. Личный вклад автора 45%.

5) **Панова Л.В.**, Леменовский Д.А., Афанасов М.И., Попков М.А., Бурлуцкий Р.О., Брусова М.М., Таланова В.Н., Холоднов Д.Н. Модифицированные ферроценом силоксановые аэрогели// *Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика* – 2024 – Т.19 – № 1 – С. 56–67. EDN: WQYSTY. Импакт-фактор 0,114 (РИНЦ). [Panova L.V., Lemenovskii D.A., Afanasov M.I., Popkov M.A., Burlutsky R.O., Brusova M.M., Talanova V.N., Kholodkov D.N. Ferrocene-Modified Siloxane Aerogels // *Russian Journal of Physical Chemistry B* – 2024 – V. 18. – № 7. – P. 1745-1751. EDN: CTVJMS. Импакт-фактор 0,244 (SJR)]. Объем 0.98 п.л.. Личный вклад автора 50%.

На автореферат диссертации поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задач, имеющих значение для развития органической химии:

- Разработан метод получения гибридных ферроценосодержащих резорцин-формальдегидных аэрогелей, включающий: синтез и формирование геля, поэтапную смену растворителя в геле, очистку геля от примесей и сверхкритическую сушку.
- Синтезирована серия ферроценосодержащих иминов и аминов с использованием новой в химии ферроценовых производных реакции сульфенильного метатезиса. Диамин использован при получении силоксанового аэрогеля, а его производное для получения резорцин-формальдегидного аэрогеля.
- Серия ферроцензамещенных алкенов и алкинов исследована в реакциях гидросилилирования с использованием $\text{HSi}(\text{OEt})_3$ и $\text{HSiMe}(\text{OMe})_2$ в присутствии катализатора Карстедта. В эту реакцию вступают только монозамещенные терминальные алкены; реакция протекает против правила Марковникова. Терминальные алкины реагируют также против правила Марковникова, давая смесь цис- и транс-изомеров; интернальные алкины дают смеси регио- и стерео-изомеров.
- Разработан метод получения композитных ферроценосодержащих силоксановых гелей путем совместной поликонденсации смесей силильных производных ферроцена с тетраэтоксисиланом. Полученные гели сверхкритической флюидной сушкой превращены в аэрогели. Доказано сохранение сэндвичевой ферроценовой структуры во всех полученных образцах.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку.

- Группа гибридных резорцин-формальдегидных аэрогелей, содержащих в своем составе ферроценовые фрагменты, может быть получена при поликонденсации

резорцина (5-метилрезорцина), формальдегида и производного ферроцена. Синтез осуществляется без разрушения сэндвичевой структуры металлокомплекса и с высоким содержанием последнего по массе;

- Ферроценсодержащие диимины, пригодные для дальнейшего восстановления и введения в полимерную структуру аэрогеля, могут быть синтезированы из 1,1'-диацетилферроцена и *N*-сульфиниламинов или 1-ацетилферроцена и *N*-сульфинилдиаминов в присутствии гетерогенного катализатора на основе титана;
- Группа гибридных силоксановых аэрогелей, содержащих в своем составе ферроценовые фрагменты, может быть получена путем совместного гидролиза с сопровождающей его соконденсацией $\text{Si}(\text{OR})_4$ и ферроценсодержащего алкоксисилана. Синтез осуществляется без разрушения сэндвичевой структуры металлокомплекса и с высоким содержанием последнего по массе.

На заседании 19 ноября 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Пановой Людмиле Викторовне ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.4.3. Органическая химия из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя

диссертационного совета МГУ.014.1

д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.014.1 к.х.н.

Ненайденко В.Г

Малошицкая О.А.

19.11.2025.