

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.4
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.09.2026 №11

О присуждении Дорош Инне Васильевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технология получения сорбентов-носителей на основе стеклообразных фосфатных удобрений для интенсификации очистки нефтезагрязнённых почв» по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ принята к защите 13.07.2026 г., протокол №6, диссертационным советом ГУ.4 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета от 06.02.2023 № 152 адм, с изменениями от 31.03.2023 № 485 адм, от 30.06.2023 № 1006 адм, от 13.07.2023 № 1090 адм, от 03.11.2023 № 1638 адм, от 13.11.2024 № 1707 адм, от 07.04.2025 № 441 адм, от 21.11.2025 №1527 адм.

Соискатель, Дорош Инна Васильевна, 31.07.1993 года рождения, в 2021 г. с отличием окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность.

С 01.10.2021 по 30.09.2025 год являлась аспирантом очной формы обучения кафедры химических технологий и переработки энергоносителей федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре химических технологий и переработки энергоносителей в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент **Карпетян Кирилл Гарегинович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра химических технологий и переработки энергоносителей», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Перевислов Сергей Николаевич – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», кафедра химических технологий тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, профессор кафедры;

Гусева Елена Викторовна – доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Институт нефти, химии и нанотехнологий, кафедра неорганической химии имени профессора Н.С. Ахметова, доцент кафедры;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»**, г. Новочеркасск, в своем положительном отзыве, подписанном Шабельской Ниной Петровной, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Экология и промышленная безопасность», Сулимой Еленой Васильевной, секретарем и утвержденном Пузиным В С, кандидатом технических наук, доцентом, проректором по научной работе и инновационной деятельности, указала, что теоретическая значимость заключается в установлении закономерностей формирования пористой структуры фосфатных материалов системы $K_2O-(Mg, Ca)O-P_2O_5$ в зависимости от составов шихты и температурно-временных параметров вспенивания. Выявлены зависимости между содержанием НАФ и характеристиками материала: объёмной долей мезопор, удельной поверхностью, прочностью на истирание и нефтеёмкостью. Практическая значимость работы заключается в разработке технологии получения фосфатных носителей и биосорбентов на их основе, сочетающей функции нефтесорбента и питательного субстрата для иммобилизованных микроорганизмов, что позволяет интенсифицировать очистку нефтезагрязнённых почв по сравнению с прототипом, а также ускорить рекультивацию, исключая стадию сбора отработанного материала.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень

ВАК), в 2 статьях – в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования Scopus.

Общий объем – 4,75 печатных листов, в том числе 1,9 печатных листов – соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Карапетян, К.Г. Применение сорбентов и микоризных грибов для очистки нефтезагрязненных земель / К.Г. Карапетян, **И.В. Дорош**, Д.О. Собянина, Э.В. Нафикова // Южно-Сибирский научный вестник. – 2022. – № 4(44). – С. 116–122.

Соискателем проанализированы существующие нефтесорбенты и их интеграция с микроорганизмами для рекультивации нефтезагрязненных почв.

2. Карапетян, К.Г. Обзор неорганических сорбентов для ликвидации разливов нефти / К. Г. Карапетян, **И. В. Дорош**, А. Д. Коршунов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2023. – № 4(50). – С. 77–88.

Соискателем проанализированы проблемы ликвидации аварийных разливов нефти в Российской Федерации и существующие методы сбора нефтепродуктов. Предложено комбинированное применение физико-химических и биологических методов позволяющих повысить эффективность очистки

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus/WoS):

3. Карапетян, К.Г. Сорбенты на основе вспененного фосфатного стекла для сбора нефтепродуктов с загрязнённых почв и водных поверхностей / К.Г. Карапетян, **И.В. Дорош**, П.В. Згонник, Коршунов А.Д., Перина А.И. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335, № 8. – С. 227–240. DOI: 10.18799/24131830/2024/8/4484.

Соискателем проанализированы существующие подходы к ликвидации аварийных разливов нефти, выявлены недостатки современных нефтесорбентов. Обоснована перспектива создания фосфатного биосорбента путем иммобилизации микроорганизмов на пористый носитель, позволяющий совместить процессы сорбции и биодеструкции.

4. Karapetyan, K. G. Development of a sorbent carrier based on apatite-nepheline ores and their beneficiation wastes / K. G. Karapetyan, **I.V. Dorosh**,

P.V. Zgonnik // Obogashchenie Rud. –2025. – Vol.3. P. 49-55. DOI49–5517580/or.2025.03.09.

Карапетян, К.Г. Разработка сорбента-носителя на основе апатит-нефелиновых руд и отходов их обогащения / К.Г. Карапетян, И.В. Дорош, П.В. Згонник // Обогащение руд. –2025. – №3. С. 49-55.

Соискателем разработана технология получения пористых фосфатных сорбционных носителей на основе стеклообразных фосфатных удобрений для очистки нефтезагрязнённых почв. В совокупности с дополнительной биологической модификацией поверхности биосорбент способен обеспечить эффективность более 95% без необходимости сбора после сорбции.

Публикации в прочих изданиях:

5. Дорош, И. В. Фосфатные сорбенты для очистки нефтезагрязнённых почв и акваторий / И. В. Дорош, Т. С. Шахпаронова // Нефть и газ - 2024: Тезисы докладов 78-й Международной молодежной научной конференции, Москва, 22–26 апреля 2024 года. – Москва: Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, 2024. – С. 539–540.

Соискателем изучены и отработаны рецептуры фосфатных сорбентов-носителей для очистки нефтезагрязнённых почв и акваторий. Разработаны критерии подбора сорбентов в зависимости от типа загрязнённой поверхности и их свойств.

Апробация диссертационной работы проведена на научных конференциях международного и всероссийского уровня:

- Научная конференция студентов и молодых учёных «Полезные ископаемые России и их освоение», Санкт-Петербургский горный университет (2022 г., г. Санкт-Петербург), тема доклада «Совершенствование методов очистки нефтешламов и нефтезагрязнённых земель сорбентами и микоризообразующими препаратами»;

- V Всероссийская научная конференция «Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования», БГТУ им. В.Г. Шухова (27–30 октября 2023 г., г. Белгород), тема доклада «Высокопористый фосфатный сорбент-носитель для иммобилизации микроорганизмов»;

- 78-я Международная молодёжная научная конференция «Нефть и газ», РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина (22–26 апреля 2024 г., г. Москва), тема доклада «Фосфатные сорбенты для очистки нефтезагрязнённых почв и акваторий»;

– XXII Международная научно-практическая конференция «Наука, образование, производство для противодействия техногенным угрозам и решения экологических проблем» (Техносферная безопасность 2025), Уфимский университет науки и технологий (6 мая 2025 г., г. Уфа), тема доклада «Эффективность фосфатных биосорбентов при ликвидации аварийных разливов нефти»;

– XII Международная молодёжная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современного материаловедения, Уфимский университет науки и технологий (18–19 июня 2025 г., г. Уфа), тема доклада «Сорбент-носитель для очистки нефтезагрязненных земель».

В диссертации Дорош Инны Васильевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: технолога ООО «НТЦ ТПТ», к.т.н. **А.А. Царевой**; заместителя директора ИХТРЭМС КНЦ РАН по научно-инновационной деятельности, к.т.н. **Р.И. Корнейкова**; заведующего кафедрой технологии неорганических веществ и материалов ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», д.т.н., профессора **А.И. Хацринова**; профессора кафедры технологии стекла и керамики ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», д.т.н. **В.С. Бессмертного**; научного сотрудника лаборатории объёмных наноструктурных материалов НИУ «БелГУ», к.т.н. **Е.А. Воропаевой**; старшего научного сотрудника ИФМК УФИЦ РАН, к.ф.-м.н. **А.А. Чураковой**; доцента кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», к.х.н., доцента **Е.В. Фесик**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. На странице 5 автореферата автор приводит состав системы, обеспечивающей формирование материалов с развитой мезопористой структурой НАФ-С₃H₈O₃, однако не даёт пояснения, что такое НАФ (**к.т.н. А.А. Царёва**);

2. На странице 10 автореферата отсутствует расшифровка аббревиатуры СФУ (**к.т.н. А.А. Царёва**);

3. Автор пишет, что проанализировал более 10 вспенивателей и добавок, однако для дальнейших исследований были выбраны только три: мел, кальциевая селитра и нитроаммофоска. По каким параметрам отбирались эти добавки (**к.т.н. А.А. Царёва**);

4. Для регулирования интенсивного газовыделения нитроаммофоски автор предлагает добавлять в шихту жидкое стекло, однако затем пишет, что добавление жидкого стекла снижает газовыделение, поэтому его введение в состав шихты нецелесообразно». Изначально жидкое стекло было добавлено не для уменьшения интенсивного газовыделения нитроаммофоски. Просьба пояснить (**к.т.н. А.А. Царёва**);

5. Какой материал использовался в качестве прототипа в данном исследовании, с которым автор сравнивает разработанные им сорбенты (**к.т.н. А.А. Царёва**);

6. Отсутствует детализированное описание методологии и технической реализации процесса конденсации или абсорбции летучих компонентов выделяющихся в ходе термической обработки исходных продуктов (**к.т.н. Р.И. Корнейков**);

7. Не приведены экспериментальные данные, характеризующие химическую устойчивость разработанных составов, что не позволяет оценить их эксплуатационный ресурс (**к.т.н. Р.И. Корнейков**);

8. Среди задач исследования (позиция 3) заявлена необходимость оценки экономической эффективности (рентабельности) предлагаемых технологических решений, однако в тексте автореферата отсутствуют какие-либо расчеты, сравнительные экономические показатели или обоснование окупаемости (**к.т.н. Р.И. Корнейков**);

9. Пункты 1 и 3 научной новизны практически одинаковы, и их желательно объединить. Также в научной новизне говорится об установлении закономерностей. Однако, судя по тексту автореферата соискатель установил только зависимости, а о закономерностях говорить рано. (**д.т.н. А.А. Хацринов**);

10. Если почва загрязнена нефтепродуктами, то на ней не высаживают сельхозкультуры. Тогда зачем вводить удобрения? Они уйдут с грунтовыми водами? (**д.т.н. А.А. Хацринов**);

11. В автореферате не приведён полный химический состав исходного стеклообразного фосфатного удобрения (СФУ), что является важным параметром, поскольку вязкость стеклофазы в интервале 450–700 °С, а значит, и способность к формированию устойчивой пористой структуры напрямую зависят от соотношения K_2O , MgO , CaO и стеклообразователя P_2O_5 . (**д.т.н. В.С. Бессмертный**);

12. Для дальнейших исследований в данной области целесообразно провести РФА-анализ образцов, вспененных при разных температурах и времени выдержки, чтобы оценить долю кристаллической фазы и её влияние на биоразложение и прочностные характеристики, что позволило бы дополнительно подтвердить выбор температуры вспенивания (**д.т.н. В.С. Бессмертный**);

13. В автореферате говорится, что получение носителей и биосорбентов на их основе аналогично технологии получения пеностекол с использованием процессов вспенивания. Что подразумевается под вспениванием? Существуют ли другие методы получения пористых материалов? (**к.т.н. Е.А. Воропаева**);

14. Из автореферата следует, что материалы, получаемые спеканием измельчённых в составе шихты неорганических веществ с минеральными добавками, быстрым охлаждением на воздухе и последующей иммобилизацией микроорганизмов на поверхности полученных носителей, относятся к биокомпозитам. В связи с этим возникает вопрос: возможно ли на их основе создавать другие материалы и расширить сферу применения за пределы удобрений, нефте- и биосорбентов? (**к.т.н. Е.А. Воропаева**);

15. Известно, что на основе стёкол можно разрабатывать биокомпозитные материалы для имплантов, преимущественно в стоматологии. Возможно ли это для фосфатных стёкол? (**к.т.н. Е.А. Воропаева**);

16. В работе представлены данные по сорбционной ёмкости разработанных носителей и биосорбентов в отношении нефти марки REBCO и отработанного машинного масла. Вместе с тем в работе отсутствует сравнительная оценка нефтеёмкости при различных типах нефтепродуктов (мазут, дизельное топливо, бензин), что ограничивает возможность оценки универсальности предложенного материала. Для потенциального выхода на рынок и расширения области применения необходимо провести дополнительные исследования с более широким перечнем возможных загрязнителей различной природы (**к.ф.-м.н. А.А. Чуракова**);

17. Для дальнейших исследований целесообразно провести цикл испытаний на термоциклическую устойчивость полученных носителей до стадии иммобилизации. Это позволит оценить изменение структуры материала под воздействием многократных перепадов температур, установить критические условия её разрушения и определить предельные климатические нагрузки, что особенно актуально для потенциального применения разработанных материалов как в Арктических условиях, так и в регионах с жарким климатом. Кроме того, подобные исследования могут

выявить новые эксплуатационные зависимости, выходящие за рамки определения стандартных прочностных характеристик – прочность на истирание (**к.ф.-м.н. А.А. Чуракова**);

18. с.10. Не совсем понятно, почему автор не приводит термограмму полученных образцов – смесей фосфатного стекла и нитроаммофоски, а только отдельные компоненты (рис.1) (**к.х.н., Е. В. Фесик**).

19. Судя по виду термограмм индивидуальных компонентов, можно было бы ограничиться температурой вспенивания 550 °С, однако автор выбран интервал температур до 450–700 °С, не приводя обоснование. Вероятно, для этого нужно читать диссертацию (**к.х.н., Е. В. Фесик**).

20. В выводе на с. 18, вывод 1. Не ясно, что имеет в виду автор, говоря, что «нитроаммофоска, характеризующаяся интенсивным газовыделением при температуре, близкой к размягчению стекла». Судя по рис. 1 интенсивное газовыделение нитроаммофоски происходит при 248 °С, а температура размягчения стекла, по данным автора, происходит при 500–550 °С (с.10) (**к.х.н., Е. В. Фесик**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция получения пористых сорбентов-носителей и биосорбентов на основе стеклообразных фосфатных удобрений, основанная на выборе вспенивающих и связующих добавок (нитроаммофоска, глицерин) по разработанному алгоритму и последующей физической иммобилизации эндотрофных грибов, обеспечивающая сочетание сорбционных и биодеструктивных свойств;

предложены комплексный подход к получению пористых сорбентов-носителей и биосорбентов на основе стеклообразного фосфатного удобрения, основанный на синтезе вспененных фосфатных материалов с регулируемой структурой и свойствами, позволяющий получать биосорбенты для очистки нефтезагрязнённых почв без необходимости его сбора после сорбции;

доказана перспективность использования стеклообразного фосфатного удобрения совместно с нитроаммофоской и глицерином в составе шихты для производства сорбентов-носителей, также установлена закономерность влияния состава комплексной порообразующей смеси (СФУ–НАФ–глицерин–вода) на формирование мезопористой структуры, обеспечивающей

повышение нефтеёмкости до 1,5 г/г по нефти и до 4,5 г/г по машинному маслу;

введена оптимизированная рецептура шихты, включающая масс. %: СФУ 50,1–53,1; НАФ 31,9–34,9; глицерин 5,8–6,8; вода 8,2–9,2, обеспечивающая получение носителей с прочностью на истирание 60–73% и развитой пористой структурой.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о возможности регулирования пористой структуры и физико-механических свойств вспененных фосфатных материалов посредством изменения соотношения компонентов комплексной порообразующей смеси и температурно-временных режимов вспенивания, что расширяет теоретические представления о процессах структурообразования в фосфатных стекломатрицах;

использован комплекс современных физико-химических методов исследования (термогравиметрический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, рентгенофлуоресцентный анализ, сканирующая электронная микроскопия, газовая хроматография, ИК-спектроскопия), позволивший установить закономерности получения носителей в зависимости от вариации составов и режимов термообработки; оценить кинетику сорбции, прочность на истирание, эффективность очистки до и после модификации и эффективность биодеструкции по представленным маркерам биоразложения;

изложены экспериментальные доказательства изменения структурных, прочностных, сорбционных свойств фосфатных носителей при введении нитроаммофоски в качестве основного вспенивателя, выражающиеся в формировании развитой мезопористой структуры;

раскрыты особенности кинетики сорбции нефти и отработанного машинного масла, заключающиеся в смещении максимума адсорбции к 40-й минуте и увеличении продолжительности насыщения до 6 суток, что связано со спецификой микрорельефа и химического состава нитроаммофоски;

изучены причинно-следственные связи между условиями иммобилизации микроорганизмов и эффективностью биодеструкции углеводородов, подтверждённые стабильным выделением CO_2 в течение 3–6 месяцев и окислением нефти;

проведена модернизация существующих подходов к получению биосорбентов за счёт замены консорциума бактерий на эндотрофные грибы, обеспечивающие пролонгированную метаболическую активность и экологическую безопасность.

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

разработаны и внедрены на стадии опытно-промышленных испытаний в деятельность АО «Газпромнефть-ННГ» (акт внедрения от 01.06.2025 г.) в качестве рекомендации по применению и изменению составов фосфатных сорбентов-носителей и биосорбентов для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов;

определены перспективы практического использования разработанных биосорбентов для очистки нефтезагрязнённых почв, обеспечивающих эффективность очистки от 63 до 80% в лабораторных условиях и от 53 до 69% в естественных условиях, что на 10–30% превышает показатели прототипа;

создана технологическая схема производства получения сорбентов-носителей и биосорбентов для утилизации нефти и нефтепродуктов преимущественно с почв;

представлены технико-экономические расчёты, подтверждающие экономическую эффективность производства разработанных продуктов, показывают, что себестоимость 1 тонны биосорбентов - 417 тыс. руб., срок окупаемости - 3,5 года.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на известных, проверяемых данных о строении и свойствах фосфатных стёкол и процессах вспенивания, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по получению пеностекольных материалов и биосорбентов;

идея базируется на анализе практики получения вспененных неорганических материалов и обобщении передового опыта по применению иммобилизованных микроорганизмов для биоремедиации нефтезагрязнённых почв, а также на использовании готового стеклообразного фосфатного удобрения, являющегося продуктом переработки отходов обогащения апатит-нефелиновых руд, в качестве основы для синтеза пористых сорбентов-носителей;

использованы сравнения авторских данных по ряду характеристик, предъявляемых к биосорбентам с техническими характеристиками коммерческих биосорбентов, показавшие их преимущество;

установлены соответствие полученных результатов поставленной цели исследования и отсутствие противоречий выводов и рекомендаций соискателя положениям теоретико-методологической базы по теме диссертации;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, включая методы газовой хроматографии, флуориметрии, ИК-спектроскопии, с применением аттестованных методик и статистической обработки результатов измерений.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и формулировке задач исследования; разработке методик получения фосфатных сорбентов-носителей и биосорбентов; проведении экспериментальных исследований по подбору вспенивателей и оптимизации составов шихты; анализе и интерпретации полученных данных с применением физико-химических методов; участии в проведении лабораторных и натурных испытаний; подготовке публикаций и заявки на патент на изобретение; апробации результатов на научно-практических конференциях.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Дорош Инна Васильевна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 28 сентября 2026 года диссертационный совет принял решение присудить **Дорош Инне Васильевне** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по вопросу обоснования технологических решений при реализации проектов по созданию новых фосфатных материалов и восстановлению нефтезагрязненных почв, имеющих существенное значение для развития экономики страны, поддержания технологического суверенитета государства и обеспечения экологической безопасности.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председательствующий
заместитель председателя
диссертационного совета



Ученый секретарь
диссертационного совета

28.09.2026 г.

Черемисина
Ольга Владимировна

Герасимов
Андрей Михайлович