

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.13
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 15.07.2026 № 12

О присуждении Бондаренко Алексею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование комплексной технологии пароциклического воздействия на призабойную зону пласта при скважинной добыче сверхвязкой нефти» по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений принята к защите 29.04.2026, протокол заседания № 10, диссертационным советом ГУ.13 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 08.07.2025 № 877 адм.

Соискатель, Бондаренко Алексей Александрович, 09 июля 1998 года рождения, в 2022 году с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело.

С 01.10.2022 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

Диссертация выполнена на кафедре разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений и в научном центре компетенций в области техники и технологий освоения месторождений в Арктических условиях федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Рогачев Михаил Константинович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра разработки и

эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, ведущий научный руководитель кафедры.

Официальные оппоненты:

Прочухан Константин Юрьевич – доктор технических наук, АО «Кириллица» - Управляющая компания ООО «Оил Ресурс», заместитель генерального директора по технологическому развитию;

Морозюк Олег Александрович – кандидат технических наук, доцент, ООО «РН-Геология Исследования Разработка», Центр исследований керна, старший эксперт управления НИОКР в области исследования керна и пластовых флюидов;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти»**, г. Альметьевск, в своем положительном отзыве, подписанном Насыбуллиным Арсланом Валерьевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Егоровой Юлией Левонтьевной, кандидатом технических наук, старшим преподавателем той же кафедры, секретарем заседания, и утвержденном Василенко Юрием Валерьевичем, кандидатом технических наук, доцентом, первым проректором, указала, что предложенный соискателем научный подход, позволяющий осуществить достоверный подбор переходного металла для его дальнейшего использования в составе прекурсоров катализаторов акватермолиза тяжелой сверхвязкой нефти, формирует теоретическую значимость результатов исследования, а практическая значимость заключается в разработанном и запатентованном способе разработки залежи сверхвязкой нефти, применение которого в качестве основы при проектировании дизайна пароциклических обработок скважин на месторождениях со схожими геологофизическими условиями может обеспечить эффективный процесс скважинной добычи тяжелой нефти.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, 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 изданиях, входящих в

международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получен 1 патент на изобретение.

Общий объем – 1,69 печатных листов, в том числе 1,05 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. Бондаренко, А.А. Глубоко проникающая пароциклическая обработка призабойной зоны карбонатных коллекторов со сверхвязкой нефтью как метод стимуляции скважин / А.А. Бондаренко, И.А. Лягов, М.К. Рогачев, А.Н. Александров // Нефть. Газ. Новации. – 2023. – № 5(270). – С. 60-65

Соискателем сформулированы цель, идея и задачи исследования. Предложена схема реализации пароциклической обработки скважины, подразумевающая строительство многозабойной скважины посредством технологии механического радиального бурения, а также дополнительной закачки нефтерастворимых прекурсоров катализаторов акватермолиза.

2. Бондаренко, А.А. Подбор эффективной геометрии скважины для проведения пароциклической обработки / А.А. Бондаренко, М.К. Рогачев // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2025. – № 8. – С. 71–74.

Соискателем проведена серия численных экспериментов по моделированию процесса пароциклической обработки для различных геометрий скважин. Установлено, что многозабойная горизонтальная скважина по типу «fishbone» в сравнении с горизонтальной скважиной и различными конфигурациями вертикальных многозабойных скважин обеспечивает относительно вертикальной скважины максимальный эффект по накопленной добыче нефти более 30%.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Bondarenko, A.A. Catalytic Conversion of Heavy Oil Using Molybdenum Based Water-Soluble Catalyst / A.A. Bondarenko, M.K. Rogachev, A.S. Skvortsov, K.V. Dmitriev // International Journal of Engineering, Transactions B: Applications. – 2026. – Vol. 39, № 8. – P. 1821–1828. – DOI: 10.5829/ije.2026.39.08b.04.

Бондаренко, А.А. Каталитическое облагораживание тяжелой нефти с использованием водорастворимого катализатора на основе молибдена / А.А. Бондаренко, М.К. Рогачев, А.С. Скворцов, К.В. Дмитриев // International Journal of Engineering, Transactions B: Applications. – 2026. – Том 39, № 8. – С. 1821–1828. – DOI: 10.5829/ije.2026.39.08b.04.

Соискателем проведены экспериментальные исследования процесса каталитического облагораживания тяжелой сверхвязкой нефти в присутствии водорастворимого прекурсора катализатора на основе молибдена. Установлены зависимости вязкости нефти от температуры после акватермолиза при различных концентрациях прекурсора, а также снижение содержания асфальтенов в нефти на 30% относительно некаталитического акватермолиза.

4. Bondarenko, A. A. Increasing Efficiency of Solvent Assisted Cyclic Steam Stimulation of the Bottomhole Formation Zone of a Carbonate Reservoir Using Aquathermolysis Catalysts / A. A. Bondarenko, M. K. Rogachev, A. R. Sharifov, D. V. Mardashov // International Journal of Engineering, Transactions A: Basics. – 2025. – Vol. 38, № 4. – P. 758–766. – DOI: 10.5829/ije.2025.38.04a.08.

Бондаренко А.А. Повышение эффективности пароциклического воздействия с растворителем на призабойную зону карбонатного коллектора посредством катализаторов акватермолиза / А.А. Бондаренко, М.К. Рогачев, А.Р. Шарифов, Д.В. Мардашов // International Journal of Engineering, Transactions A: Basics. – 2025. – Том 38, № 4. – С. 758–766. – DOI: 10.5829/ije.2025.38.04a.08.

Соискателем выполнен обзор существующих подходов по минимизации количества высокомолекулярных органических отложений после пароциклических обработок скважин, установлен характер распределения высокомолекулярных компонентов нефти в околоскважинном пространстве после пароциклических обработок в случаях каталитического и некаталитического воздействия.

Патенты / свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

5. Патент № 2839154 Российская Федерация, МПК C09K 8/592 (2006.01); СПК C09K 8/592 (2024.08). Способ разработки залежи сверхвязкой нефти пароциклическим воздействием. Заявка № 2024120476: заявл. 19.07.2024; опубл. 28.04.2025 / А.А. Бондаренко, М.К. Рогачев, А.Н. Александров; заявитель/патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 19 с.

Соискателем разработана комплексная технология повышения эффективности пароциклической обработки скважины, включающая комбинированную закачку в призабойную зону пласта пара и каталитической химической композиции на основе молибдена для внутрипластового акватермолиза нефти, осуществляемую через специально пробуренные из материнского ствола добывающей скважины

перфорационные каналы выбранной геометрии и протяженности.

Апробация работы проведена на российских и международных конференциях:

1. XIII Всероссийская научно-практическая конференция «Инжиниринг строительства и реконструкции скважин» (г. Самара, 2023 г.);
2. Международная научно-практическая конференция «Практические аспекты нефтепромысловой химии» (г. Уфа, 2024 г.);
3. Всероссийская научно-практическая конференция «Ашировские чтения 2024» (г. Самара, 2024 г.);
4. Международная конференция «Трудноизвлекаемые запасы нефти – 2025» (г. Альметьевск, 2025 г.);
5. Всероссийская научно-практическая конференция «Ашировские чтения 2025», (г. Самара, 2025 г.).

В диссертации Бондаренко Алексея Александровича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: заместителя начальника центра информатизации, связи и автоматизации ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н. **А.Р. Шарифова**; директора по повышению нефтеотдачи пластов, волновым и биотехнологиям Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти (ТатНИПИнефть) ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, д.т.н., доцента **И.Г. Фаттахова**; доцента кафедры «Нефтегазовые технологии» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», к.т.н., доцента **М.С. Турбакова**; профессора кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», заместителя директора по научной работе Института нефти и газа УдГУ, д.т.н., доцента **О.М. Мирсаетова**; директора по разведке и добыче нефти и газа Блока технической экспертизы АНО «ИНТИ» **А.С. Яковлева**; начальника управления новых технологий и импортозамещения ПАО «Газпром нефть» **Р.П. Учueva**; руководителя направления центра компетенций по химизации ООО «Газпромнефть НТЦ», к.т.н. **Р.Р. Гумерова**; заместителя генерального директора по научной работе ООО «Полигор», д.т.н. **Д.В. Сидорова**; заведующего кафедрой нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», д.т.н., профессора **Г.Г. Гиляева**; генерального директора ООО «ПЕРФОБУР», к.т.н. **И.А. Лягова**.

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 отмечен ряд замечаний и вопросов:

1. В работе не рассмотрены вопросы экономической эффективности предложенной технологии, особенно в части затрат на строительство многозабойных скважин (**к.т.н. А.Р. Шарифов**);

2. В ходе анализа автореферата остается неясным, как учтены особенности объекта разработки (карбонатный коллектор) при физическом и математическом моделировании. В частности, не учтены при моделировании трещиноватость пород и термическая диссоциация (**к.т.н. А.Р. Шарифов**);

3. Не дано пояснение как учтен эффект снижения вязкости нефти при пластовом давлении и температуры 250 °С: реологические исследования нефти проведены до температуры 80 °С при атмосферном давлении (**к.т.н. А.Р. Шарифов**);

4. Неоднозначность выбора геометрии «fishbone» без учета гидродинамических взаимодействий между стволами. В работе утверждается, что скважина типа «fishbone» обеспечивает максимальный эффект по накопленной добыче (более 30 % относительно вертикальной). Однако из автореферата не ясно, учитывалось ли в численной модели интерференционное влияние боковых ответвлений друг на друга (например, «эффект экранирования» или преждевременные прорывы пара/воды по высокопроницаемым каналам). Также не обсуждается, как конкретная ориентация ответвлений относительно направления максимального горизонтального напряжения в пласте может повлиять на устойчивость каналов и охват тепловым воздействием. Без этих уточнений вывод о безусловном превосходстве «fishbone» над другими конфигурациями (например, 1013 или 2013) выглядит несколько упрощенным (**д.т.н. И.Г. Фаттахов**);

5. Недостаточное обсуждение влияния катализатора на коллекторские свойства пласта. В работе подробно исследованы изменения вязкости и группового состава нефти, но практически не затронуто, как закачка водорастворимого аммония молибденовокислого влияет на карбонатный коллектор (например, растворение карбонатов, изменение пористости/проницаемости, риск образования неорганических осадков). Кроме того, не ясно, не происходит ли агрегация частиц металла в поровом пространстве (особенно при концентрации 5–7 % масс.), что потенциально может вызывать коагуляцию. Рекомендуются дополнить работу кратким анализом совместимости катализатора с минеральным составом породы (**д.т.н. И.Г. Фаттахов**);

6. В автореферате приводятся данные об изменении вязкости и группового состава при добавлении катализатора, однако эти эксперименты проводились в статических условиях (автоклав) без учёта фильтрации через породу (**к.т.н. М.С. Турбаков**);

7. В численной модели присутствуют химические реакции, но не указано, каким образом учитывалась адсорбция катализатора на поверхности пор, его конвективный и диффузионный перенос, возможное осаждение в виде неактивных соединений (**к.т.н. М.С. Турбаков**);

8. В автореферате указано, что время закачки, пропитки и добычи выбиралось «усредненно в соответствии с опытом работ на схожих объектах», а основной акцент делался на изменении дебита, а не на подборе дизайна ПЦО. Известно, что каждый последующий цикл ПЦО характеризуется снижением эффективности из-за роста водонасыщенности, увеличения тепловых потерь на прогрев уже дренированной зоны и ухудшения относительных проницаемостей (**к.т.н. М.С. Турбаков**);

9. Эксперименты проводились без учёта минерального состава породы, а численная модель включает только реакции превращения компонентов нефти (насыщенные, ароматические, смолы, асфальтены) без связи с геохимией коллектора (**к.т.н. М.С. Турбаков**);

10. В автореферате говорится о более равномерном характере распределения высокомолекулярных соединений нефти в моделируемой скважине после каталитического ПЦО. Выполнялось ли математическое описание данного характера? (**А.С. Яковлев**);

11. При построении моделей, в рамках которых оценивается распределение каких-либо параметров, следует пользоваться методом измельчения сетки для получения более точных результатов (**А.С. Яковлев**);

12. Оценивалось ли влияние различных кислотных остатков водорастворимых солей, использованных для экспериментов, на эффективность реакций акватермолиза? (**Р.П. Учуев**);

13. Из текста автореферата не ясно, какие капитальные вложения необходимы для возможности реализовать предлагаемое решение на новых и уже пробуренных скважинах, оценивалась ли экономическая эффективность проекта для различных сценариев (**Р.П. Учуев**);

14. В автореферате не указаны концентрации исследуемых прекурсоров при сравнительных экспериментах и не представлены исследования прекурсоров в различных концентрациях, кроме соединений на основе молибдена. Автор отмечает, что существует пороговое значение по эффективной концентрации прекурсора на примере соединения молибдена (не более 5 %). Определение эффективной пороговой концентрации

прекурсоров на основе других металлов для каталитического акватермолиза нефти в работе не проводилось. Концентрации прекурсоров на основе различных металлов, используемых в данной работе, могли быть выше эффективной пороговой концентрации (**к.т.н. Р.Р. Гумеров**);

15. В автореферате не представлены исследования о влиянии обводненности пластового флюида на эффективность процесса каталитического акватермолиза нефти (**к.т.н. Р.Р. Гумеров**);

16. При проведении процесса моделирования автором было рассмотрено 7 сценариев — профилей скважин и отмечено, что наибольший эффект ПЦО относительно вертикальной скважины достигается в случае геометрии скважины «fishbone». Однако, в работе не представлено моделирование и сравнение эффективности ПЦО с технологией «SAGD» с использованием двух параллельных горизонтальных скважин (**к.т.н. Р.Р. Гумеров**);

17. Исследовалось ли влияние пористости и трещиноватости пород залежи сверхвязкой нефти на эффективность технологии пароциклических обработок (ПЦО) при различных концентрациях прекурсора на основе молибдена? (**д.т.н. Д.В. Сидоров**);

18. Оценка размерности паровых камер (рисунок 9) была выполнена только визуально. Рекомендуется усилить полученные выводы дополнительной оцифровкой зон охвата температурным воздействием в указанных температурных интервалах (**д.т.н. Г.Г. Гиляев**);

19. В качестве объекта исследования был выбран карбонатный тип коллектора. В этой связи возникает вопрос о возможности масштабирования полученных результатов на залежь терригенного типа: как будет отличаться характер распределения высокомолекулярных компонентов нефти и адсорбционные свойства катализатора? (**д.т.н. Г.Г. Гиляев**);

20. Рассматривались ли в работе забойные парогенераторы как один из возможных способов снижения теплопотерь при проведении ПЦО? (**д.т.н. Г.Г. Гиляев**);

21. В представленном графическом материале не указан расчёт распределения температуры по стволу скважины для рассматриваемых сценариев (**д.т.н. Г.Г. Гиляев**);

22. Недостаточно подробно описан процесс строительства разветвлённых каналов (ответвлений): какое наземное и внутрискважинное оборудование планируется использовать? (**к.т.н. И.А. Лягов**);

23. Рекомендуется в рамках планирования работ по бурению каналов предусмотреть проведение комплекса геофизических исследований, выделить ключевые (**к.т.н. И.А. Лягов**);

24. Из текста автореферата не ясно, как выбиралось позиционирование и количество каналов относительно основного ствола скважины (**к.т.н. И.А. Лягов**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у оппонентов и профессорско-преподавательского состава ведущей организации публикаций по тематике, близкой к рассматриваемой теме диссертации соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

выявлена преимущественная каталитическая активность переходного металла молибдена (относительно никеля, железа и меди) при использовании его в составе водорастворимой соли $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (аммоний молибденовокислый) в процессе акватермолиза сверхвязкой нефти в рамках следующих условий: концентрация прекурсора 5% масс. по нефти, водонефтяное соотношение 0,3, температура реакции 250 °С, давление 7 МПа;

доказано увеличение накопленной добычи нефти, рентабельного срока эксплуатации скважины, снижение плотности органических отложений при реализации пароциклической обработки призабойной зоны пласта добывающей скважины за счет строительства перфорационных каналов диаметром 50 – 70 мм из материнского ствола скважины и закачки совместно с теплоносителем водорастворимой соли на основе молибдена в качестве прекурсора катализатора акватермолиза;

разработана комплексная технология пароциклического воздействия на призабойную зону пласта добывающей скважины, предусматривающая увеличение зоны охвата тепловым воздействием, а также воздействие на химические процессы пароциклической обработки и, как следствие, снижение вязкости и эффективное перераспределение группового состава сверхвязкой нефти в сторону снижения в ее составе асфальтенов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

обоснован научно-методический подход, позволяющий на основе физического моделирования определить переходный металл, наиболее эффективно влияющий на степень внутрипластового облагораживания тяжелой сверхвязкой нефти: снижение вязкости, преобразование группового состава;

изучено влияние различных переходных металлов и доноров водорода (через экспериментальную матрицу) на параметры тяжелой сверхвязкой нефти;

установлены зависимости реологических свойств нефти от различных условий реакций каталитического акватермолиза;

установлен с использованием численного моделирования характер распределения высокомолекулярных компонентов нефти в околоскважинном

пространстве после некаталитической и каталитической (прекурсор – аммоний молибденовокислый) пароциклической обработки.

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

создан способ разработки залежи сверхвязкой нефти пароциклическим воздействием (патент № 2839154), предполагающий использование многозабойных скважин, а также каталитических химических композиций и позволяющий эффективно проектировать дизайн пароциклической обработки скважин при разработке месторождений тяжелой сверхвязкой нефти;

определен переходный металл, который может быть рекомендован в качестве основы прекурсоров катализаторов акватермолиза при проведении пароциклической обработки скважин на месторождениях тяжелой сверхвязкой нефти;

разработана методология лабораторных исследований для подбора наиболее каталитически активных переходных металлов для внутрислоевого преобразования тяжелой сверхвязкой нефти;

материалы и результаты диссертации **внедрены** в производственной деятельности компании АНО «Институт нефтегазовых технологических инициатив» при формировании потенциальных нормативно-технических документов, при планировании сопровождения лабораторных и опытно-промышленных испытаний (акт внедрения от 07.04.2026 г.).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов определяется достаточным объемом экспериментов, выполненных на современном высокотехнологичном лабораторном оборудовании, а также повторяемостью полученных результатов;

теория согласуется с опубликованными результатами экспериментальных исследований по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта применения современных технологий повышения эффективности скважинной добычи тяжелой сверхвязкой нефти с использованием пароциклических обработок;

использованы для сравнительного анализа представленные ранее в научных трудах данные по рассматриваемой тематике;

установлено, что полученные соискателем результаты не противоречат результатам исследований других авторов, представленных в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в проведении анализа ранее опубликованных материалов по теме исследования, определении цели и задач диссертационной работы, формировании экспериментальной матрицы, разработке комплексной программы лабораторных экспериментов, проведении физического и численного моделирования, обработке и интерпретации полученных результатов, формировании выводов.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Бондаренко А.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и замечания, привел собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 15 июля 2026 года диссертационный совет принял решение присудить **Бондаренко Алексею Александровичу** ученую степень кандидата технических наук за решение научно-практической задачи, направленной на повышение эффективности пароциклических обработок скважин при добыче сверхвязкой нефти посредством комбинированной закачки в призабойную зону продуктивного пласта пара и прекурсоров катализаторов акватермолиза на основе молибдена – для внутрипластового облагораживания нефти, осуществляемой через специально пробуренные из материнского ствола добывающей скважины перфорационные каналы выбранной геометрии и протяженности – для увеличения зоны охвата околоскважинного пространства тепловым воздействием, что имеет важное значение для развития нефтедобывающей отрасли страны.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 9 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 8, против – 1.

Председательствующий
заместитель председателя
диссертационного совета



Ilau

Тананыхин
Дмитрий Сергеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Савенок
Ольга Вадимовна

15.07.2026 г.