

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
ФГАОУ ВО «Тюменский
государственный университет»
канд. биол. наук, доцент



[Handwritten signature]

А.В. Толстиков

25.06 2025

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Тюменский государственный университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Моделирование устойчивости процесса неизотермического вытеснения нефти» выполнена на кафедре моделирование физических процессов и систем Школы естественных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный университет».

В период подготовки диссертации соискатель Кряжев Ярослав Александрович обучался в аспирантуре по очной форме обучения в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Тюменский государственный университет» по специальности 01.06.01 Механика жидкости, газа и плазмы с 01.09.2021 по настоящее время и работал научным сотрудником отдела научного сопровождения и цифровизации объектов разработки Центра разработки и эксплуатации месторождений Пуровского района ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

В 2021 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет» по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика с присвоением квалификации Магистр.

Справка со сведениями о сданных кандидатских экзаменах по истории и философии науки (физико-математические науки), английскому языку (физико-

математические науки) и по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника (физико-математические науки) была выдана в 2025 г федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Тюменский государственный университет».

Научный руководитель – Шевелёв Александр Павлович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры моделирования физических процессов и систем Школы естественных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Цель и актуальность работы: Разработка методики исследования устойчивости процессов изотермического и неизотермического вытеснения нефти высокоподвижным флюидом. Изучение устойчивости фронта вытеснения при закачке в пласт вытесняющих агентов является важным направлением научных исследований, направленных на совершенствование методов разработки месторождений и повышение эффективности извлечения углеводородов из сложных геологических условий.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации:

Результаты, изложенные в диссертационной работе, получены соискателем лично или в соавторстве при его непосредственном участии. Соискателем было получено решение всех поставленных задач и проведен анализ полученных результатов. Соискателем была проведена работа по подготовке статей для публикаций в научных журналах и докладов для представления на российских и международных конференциях.

Достоверность полученных результатов обеспечивается за счет применения фундаментальных уравнений механики многофазных сред при математическом моделировании рассматриваемых процессов; физической и математической непротиворечивости в рамках физических законов, а также согласования с литературными экспериментальными данными.

Новизна результатов проведенных исследований:

1. Разработан комплекс критериев, описывающих устойчивость фронта вытеснения нефти высокоподвижным флюидом при изотермическом приближении в пористой среде с учетом капиллярных и гравитационных сил в рамках единой методики, показавший, что даже при превышении соотношения подвижностей единицы при малых скоростях возможен устойчивый режим вытеснения.

2. Создана физико-математическая модель фильтрации нефти, воды и пара с учетом радиальной симметрии, использующая в качестве замыкающих соотношений уравнение состояния Лихачева-Фогельсона и корреляции Эйнштейна для вязкостей фаз.

3. На основе перехода в безразмерное пространство для созданной физико-математической модели фильтрации нефти, воды и пара в цилиндрической системе координат выделено 15 безразмерных переменных и 3 новых комплексов подобия, характеризующих особенности тепломассопереноса в пористой среде.

Практическая значимость результатов проведенных исследований:

1. Разработанная методика критериального исследования устойчивости фронта вытеснения нефти высокоподвижным флюидом в пористой среде позволяет определить параметры флюидов и режима работы скважины без возникновения преждевременных прорывов вытесняющего агента.

2. Предложенный критерий возникновения и эволюции теплового фронта позволяет определять минимальный расход пара, необходимый для инициации процесса распространения теплового поля в пористой среде.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 8 научных работах (общим объемом 3,9 п.л., авторский вклад 1,5 п.л.), из них 4 работы в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, индексируемых в базах данных Scopus, Chemical Abstracts и ВАК. Получено 3 свидетельства на программы ЭВМ.

Научные публикации в журналах, входящих в перечень ВАК:

1. Кряжев, Я. А. Исследование эффективности вытеснения высоковязкого флюида двухфазным теплоносителем в зависимости от скорости подвода тепла в пористую среду и величины тепловых потерь / Я. А. Кряжев, А. П. Шевелёв, А. Я. Гильманов // Вестник Тюменского государственного университета. Физико–математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2025. – Т. 11, № 1. – С. 6–22.

2. Кряжев, Я. А. Критериальный анализ возникновения неустойчивости фронта вытеснения при заводнении нефтяных пластов / Я. А. Кряжев, А. Я. Гильманов, К. М. Федоров, А. П. Шевелёв // Вестник Тюменского государственного университета. Физико–математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2024. – Т.10, № 4. – С. 114–131.

Научные публикации в журналах, входящих в международные базы данных:

1. Кряжев, Я. А. Критерии устойчивости процессов вытеснения при добыче углеводородов / Я. А. Кряжев, В. А. Кряжев, А. П. Шевелёв, А. Я. Гильманов // Инженерно–физический журнал. – 2022. – Т. 95, № 5. – С. 1176 – 1182.

2. Федоров, К. М. К вопросу устойчивости фронтов вытеснения нефти из терригенных и карбонатных коллекторов / К. М. Федоров, Т. А. Пospelова, А. П. Шевелёв, Я. А. Кряжев, В. А. Кряжев // Нефтепромысловое дело. – 2019. – № 11. – С. 69–72.

Свидетельства на программы для ЭВМ:

1. Гильманов А. Я., Кряжев Я. А., Шевелёв А. П. «Программа для расчета критического числа, определяющего устойчивость фронта вытеснения нефти водой». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683845 от 14.10.2024 г.

2. Гильманов А. Я., Кряжев Я. А., Шевелёв А. П. «Программа для расчета критических чисел, определяющих устойчивость фронта вытеснения нефти водой в поле гравитационных сил». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683362 от 14.10.2024 г.

3. Гильманов А. Я., Кряжев Я. А., Шевелёв А. П. «Программа для расчета критических чисел, определяющих устойчивость фронта вытеснения нефти водой в поле гравитационных и капиллярных сил». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683547 от 14.10.2024 г.

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают ее основные положения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные полученные результаты диссертации.

Результаты диссертационного исследования докладывались на научных конференциях:

1. Анализ условий возникновения неустойчивости фронта вытеснения нефти водой в задаче Рапопорта-Лиса. Международная научно-практическая конференция им. Д. И. Менделеева (Тюмень, 2024);

2. Анализ устойчивости фронта вытеснения в задаче Рапопорта-Лиса. Международная научно-практическая конференция «Нефть и газ: технологии и инновации» (Тюмень 2024);

3. Вывод критериев возникновения неустойчивости фронта вытеснения нефти при заводнении пластов. XI школа-семинар молодых учёных по теплофизике и механике многофазных систем: «Трансформация нефтегазового комплекса 2030» (Тюмень, 2024);

4. Критериальный анализ устойчивости процесса вытеснения нефти водой с учетом гравитационных и капиллярных сил. XXXI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов» (Москва, 2024);

5. Вытеснение высоковязкой нефти водяным паром. X школа-семинар молодых учёных по теплофизике и механике многофазных систем: «Трансформация нефтегазового комплекса 2030» (Тюмень, 2023);

6. Анализ устойчивости газонефтяного и водонефтяного контактов при разработке нефтяной оторочки на истощении. Информационные системы и технологии в геологии и нефтегазодобыче (Тюмень, 2019).

Научная специальность, которой соответствует диссертация: 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника (физико-математические науки), а именно пунктам: п. 1. Фундаментальные, теоретические и экспериментальные исследования молекулярных и макросвойств веществ в твердом, жидком и газообразном состоянии для более глубокого понимания явлений, протекающих при тепловых процессах и агрегатных изменениях в физических системах; п. 6. Теория подобия теплофизических процессов; п. 7. Теоретическая и техническая термодинамика, теорию фазовых переходов при горении в гетерогенных системах; п. 8. Численное и натурное моделирование теплофизических процессов в природе, технике и эксперименте, расчет и проектирование нового теплотехнического оборудования.

Отрасль науки – физико-математическая, поскольку приведены результаты исследований, соответствующие перечисленным областям научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника; в качестве аппарата исследований преобладают математические методы, получены результаты в виде численных решений расчетов.

Оценка выполненной соискателем работы:

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования.

Диссертация «Моделирование устойчивости процесса неизотермического вытеснения нефти» Кряжева Ярослава Александровича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника (физико-математические науки).

Заключение принято на расширенном заседании кафедры моделирования физических процессов и систем. Присутствовало на заседании 13 чел., в том числе – 4 доктора наук. Результаты голосования: «за» – 13 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 10 от «25» июня 2025.

Ганопольский Родион Михайлович,
канд. физ.-мат. наук, заведующий
кафедрой моделирования физических
процессов и систем Школы
естественных наук, ФГАОУ ВО
«Тюменский государственный
университет»

СОГЛАСОВАНО

Елышев Андрей Владимирович, канд.
хим. наук, директор Школы
естественных наук, ФГАОУ ВО
«Тюменский государственный
университет»

Подпись Ганопольский Р.М. удостоверяю
Заместитель начальника управления
начальник отдела рекрутинга и развития персонала
Н.В. Мантинова
« 25 » 06 20 25 г.

Подпись Елышев А.В. удостоверяю
Заместитель начальника управления
начальник отдела рекрутинга и развития персонала
Н.В. Мантинова
« 25 » 06 20 25 г.

