

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.15
по диссертации Колтырина Артура Николаевича
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Разработка вероятностно-статистических моделей для прогнозирования эффективности геолого-технических мероприятий на Батырбайском месторождении» по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений принята к защите 24 октября 2023 г. (протокол заседания № 12) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.15, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 6 апреля 2022 г. № 34-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедре «Геология нефти и газа» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSNM-2023-0005).

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук (25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений), профессор Галкин Владислав Игнатьевич, заведующий кафедрой «Геология нефти и газа» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Официальные оппоненты:

Ленченкова Любовь Евгеньевна – доктор технических наук (25.00.17. Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений), профессор

кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (г. Уфа);

Белозеров Иван Павлович – кандидат технических наук (2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений), заведующий учебно-производственной лабораторией петрофизических исследований керна Инновационно-технологического центра арктических нефтегазовых лабораторий исследований ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» Министерства образования и науки Российской Федерации (г. Архангельск).

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (г. Пермь). Отзыв утвержден проректором по научной работе и инновациям, кандидатом физико-математических наук Ирха Владимиром Александровичем, заслушан на заседании кафедры минералогии и петрографии (протокол № 4 от 20 ноября 2023 г.), подписан заведующим кафедрой минералогии и петрографии, доктором геолого-минералогических наук Меньшиковой Еленой Александровной.

Основные результаты исследования опубликованы в 19 работах – 12 работ в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования на соискание ученой степени ВАК РФ из них 3 работы – в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования (Scopus и Web of Science). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Галкин, В. И. Исследование и анализ методов определения эффективности применения технологии пропантного гидроразрыва пласта / В. И. Галкин, А. Н. Колтырин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330, № 11. – С. 50–58. (Web of science, Scopus, ВАК).

В статье соискателем представлены вероятностно-статистические модели оценки эффективности пропантного ГРП на карбонатном объекте Батырбайского газонефтяного месторождения, которые позволили спрогнозировать приросты дебитов нефти в добывающих скважинах. Показаны результаты сравнения полученных значений приростов дебитов нефти со значениями, рассчитанными с использованием метода удельной продуктивности окружающих скважин. Соискателем показано, что разработанный им метод прогнозирования

обеспечивает более точную сходимость с фактическими данными.

2. Галкин, В.И. Исследование вероятностных моделей для прогнозирования эффективности технологии пропантного гидравлического разрыва пласта / В.И. Галкин, А. Н. Колтырин // Записки Горного института. – 2020. – Т. 246. – С. 650–659. (Web of science, Scopus, ВАК).

Соискателем определены критерии применения технологии пропантного ГРП на карбонатном объекте Батырбайского газонефтяного месторождения. С помощью вероятностно-статистических моделей выполнено прогнозирование эффективности пропантного ГРП на экзаменационных выборках скважин. Установлено, что прогнозные результаты имеют высокую сходимость с фактическими приростами.

3. Галкин, В.И. Обоснование прогнозной величины прироста дебита нефти после применения ГТМ с помощью статистического метода / В.И. Галкин, А.Н. Колтырин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334, № 2. – С. 81–86. (Web of science, Scopus, ВАК).

Соискателем представлен алгоритм определения оптимальной величины прироста дебита нефти по технологиям пропантный ГРП, РБ и КО на карбонатном объекте Батырбайского газонефтяного месторождения. Предложенный им алгоритм позволил статистически обосновать оптимальную величину прироста дебита нефти для объекта разработки и построить схему прогноза эффективности технологий.

4. Галкин, В.И. Анализ использования пошаговой регрессионной модели прогноза эффективности пропантного ГРП для терригенного объекта Тл-Бб / В.И. Галкин, А. С. Казанцев, А. Н. Колтырин // Нефтепромысловое дело. – 2018. – № 5. – С. 40–46. (Перечень ВАК).

Соискателем представлены результаты исследования влияния различных параметров на эффективность пропантного ГРП с использованием многомерных регрессионных моделей. Первая модель построена по данным 4 скважин. Для других 32 скважин вычислено прогнозное значение дебитов нефти и выполнено сравнение с фактическими значениями. Сравнение проведено с помощью вычисления коэффициента корреляции. Это позволило оценить "работоспособность" построенных моделей. Выявлено, что прирост дебита нефти стремится к максимуму в приоритете уменьшения глубины залегания пласта, пониженного коэффициента продуктивности и высокого расхода жидкости разрыва при ГРП. По результатам анализа им выбрано оптимальное многомерное уравнение для прогнозирования приростов дебитов нефти и определены значимые параметры.

5. Галкин, В.И. Вероятностно-статистическая оценка использования различных показателей для определения эффективности применения пропантного ГРП (на примере терригенного объекта Тл-Бб и карбонатного объекта ВЗВ4) / В.И. Галкин, А.С. Казанцев, А.Н. Колтырин // Нефтепромысловое дело. – 2018. – № 2. – С. 26–33. (Перечень ВАК).

Соискателем представлены результаты анализа исходных параметров в вероятностном виде. Построены линейные индивидуальные вероятностные модели, которые позволили определить степень влияния каждого параметра на эффективность ГРП. Соискателем установлено влияние на эффективность ГРП геолого-технологических и технических параметров, которые оказывают влияние в разной степени на терригенном Тл-Бб и карбонатном ВЗВ4 объектах. Соискателем представлены критерии для технологии ГРП.

6. Галкин, В.И. Разработка вероятностно-статистических моделей для оценки эффективности применения пропантного гидравлического разрыва пласта (на примере объекта Тл-Бб Батырбайского месторождения) / В.И. Галкин, И.Н. Пономарева, А.Н. Колтырин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2018. – Т. 17, № 1. – С. 37–49. (Перечень ВАК).

Соискателем представлены вероятностно-статистические модели. В качестве зависимой переменной использован среднегодовой прирост дебита нефти, в качестве независимых переменных – геологические, технологические и технические показатели. В результате построены прогнозные регрессионные модели. Стандартная ошибка прогнозирования составила 2,0 т/сут.

7. Колтырин, А.Н. Разработка методики и оценка эффективности работоспособности вероятностно-статистических моделей для прогнозирования прироста дебита нефти в скважинах после проведения гидроразрыва пласта / А.Н. Колтырин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, – 2022. – Т. 364, № 4. – С. 49–58. (Перечень ВАК).

Соискателем выполнен анализ влияния геолого-технологических и технических параметров ГРП по различным выборкам скважин. По результатам анализа построены линейные вероятностные модели для каждого параметра. Выявлено, что построенные модели для исследуемых объектов разработки располагаются в едином корреляционном поле. Линейные модели обладают унаследованностью. С увеличением в обучающей выборке числа скважин точность прогнозирования увеличивается.

8. Разработка статистической модели прогноза эффективности пропантного ГРП по геолого-технологическим показателям для верейского карбонатного нефтегазоносного

комплекса / В. И. Галкин, А. Н. Колтырин, А. С. Казанцев, С. А. Кондратьев, В. А. Жигалов // Нефтепромысловое дело. – 2017. – № 3. – С. 48–54. (Перечень ВАК).

Соискателем продемонстрирована методика вычисления значений приростов дебитов нефти по геолого-технологическим параметрам на Батырбайском месторождении. Продемонстрированы основные преимущества использования индивидуальных вероятностных моделей при анализе эффективности ГРП. Выполнен перевод исходных размерных данных к вероятностному виду, что позволило упростить сравнительный анализ показателей с разными единицами измерения. Соискателем выполнено обоснование совокупности наиболее информативных параметров, влияющих на эффективность проведения ГРП.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны критерии и подходы для эффективного планирования и реализации геолого-технических мероприятий (пропантный ГРП, РБ и КО) в тульских терригенных и верейских карбонатных отложениях Батырбайского газонефтяного месторождения, позволяющие снизить риски недостижения плановых результатов при проведении соответствующих операций на скважинах;

доказано, что использование вероятностно-статистических моделей позволяет повысить достоверность прогнозирования эффективности пропантного ГРП, РБ и КО на объектах разработки Батырбайского месторождения;

предложен вероятностно-статистический способ оценки среднесуточного прироста дебита нефти после проведения пропантного ГРП в тульском терригенном объекте и технологий пропантный ГРП, РБ и КО в верейском карбонатном объекте разработки Батырбайского газонефтяного месторождения, позволяющий получать достоверные результаты на основе фактических геолого-промысловых данных.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

на основе комплекса геолого-технологических и технических параметров **разработаны** вероятностно-статистические модели для прогнозирования эффективности геолого-технических мероприятий в тульских терригенных и верейских карбонатных отложениях Батырбайского газонефтяного месторождения;

доказано, что совместный анализ эксплуатационных характеристик скважин и материалов интерпретации их гидродинамических исследований при проведении пропантного ГРП, РБ и КО позволяет научно обоснованно осуществлять выбор приоритетных скважин-кандидатов в пределах Батырбайского газонефтяного месторождения.

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

разработана и внедрена методика прогнозирования среднесуточного прироста дебита нефти (акт внедрения в Филиале ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми), позволяющая повысить успешность применения технологий пропантного ГРП, РБ и КО на объектах разработки Батырбайского газонефтяного месторождения;

установлено, что эффективность технологий пропантного ГРП, РБ и КО носит площадной характер на объектах Батырбайского газонефтяного месторождения, что позволяет повысить качество подбора скважин кандидатов для применения технологий;

обоснованы основные факторы, влияющие на эффективность пропантного ГРП, РБ и КО в терригенных и карбонатных отложениях Батырбайского газонефтяного месторождения;

определен перечень основных геолого-технологических и технических параметров, комплексно оказывающих влияние на эффективность пропантного ГРП, РБ и КО на эксплуатационных объектах Батырбайского газонефтяного месторождения, оказывающие индивидуальное и комплексное влияние на результат их применения, что позволяет более эффективно выбирать скважины-кандидаты.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

теория построена на комплексном использовании геофизических, гидродинамических, промыслово-технологических исследований и известных методах математической статистики, что позволяет с высокой степенью достоверности (69 – 98 %) прогнозировать среднесуточный прирост дебита нефти после применения пропантного ГРП, РБ и КО в отложениях Батырбайского газонефтяного месторождения;

применены научно обоснованные методики обработки значительного объема промысловых и экспериментальных материалов, известные методы математической статистики, эффективность которых подтверждается высокой степенью сходимости расчетных и фактических данных, проводимых мероприятий ГРП, РБ и КО, результатами апробации на производстве, непротиворечивостью полученных результатов и данных, опубликованных в открытой печати.

Личный вклад соискателя состоит в изучении проблемы, систематизации и обработке материалов промыслово-технологических, геофизических и гидродинамических исследований; разработке вероятностно-статистических моделей прогноза эффективности ГТМ и апробации разработанной методики; подготовке


публикаций по материалам диссертационного исследования.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 9 декабря 2021 г. № 4334-В: в ней изложены и научно обоснованы теоретические решения, даны практические рекомендации по повышению качества подбора скважин-кандидатов и прогнозирования эффективности пропантного ГРП, РБ и КО за счет определения основных геолого-технологических и технических параметров для реализации соответствующих геолого-технических мероприятий и прогнозирования их потенциального результата с использованием статистических методов, что имеет важное значение для совершенствования процессов выработки запасов нефти из терригенных и карбонатных пластов.

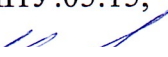
На заседании 27 декабря 2023 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.15 принял решение присудить Колтырину Артуру Николаевичу ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания №18).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 13, против присуждения ученой степени – 1.

Председательствующий, член
диссертационного совета Д ПНИПУ.05.15,
д-р техн. наук, профессор


/ Кашников Юрий
Александрович /

Ученый секретарь диссертационного совета Д ПНИПУ.05.15,
канд. техн. наук, доцент


/ Мелехин Александр
Александрович /

27 декабря 2023 г.

