

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.428.03, СОЗДАННОГО НА  
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от **16 мая 2024** года № 16

О присуждении Бахитову Ринату Радиковичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Прогноз основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта методами статистического моделирования и машинного обучения» выполнена на кафедре «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» по специальности 2.8.4. – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» принята к защите **13 марта 2024** года, протокол № 9 диссертационным советом 24.2.428.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Минобрнауки России (450064, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1, действует в соответствии с приказом Минобрнауки РФ № 105/нк от 11.04.2012 года).

Соискатель, Бахитов Ринат Радикович, 4 марта 1978 года рождения.

В 2001 году Бахитов Ринат Радикович окончил «Башкирский государственный университет» по направлению «Прикладная математика и информатика», присуждена степень магистра математики.

В 2021 году соискатель прикреплен к кафедре «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» ФГБОУ ВО «УГНТУ» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Бахитов Ринат Радикович работает руководителем проекта «Бадра» компании

ПАО «Газпром нефть».

Работа выполнена на кафедре «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Хасанов Марс Магнавиевич, Публичное акционерное общество «Газпром нефть», директор по науке.

Официальные оппоненты:

1. Поспелова Татьяна Анатольевна – доктор технических наук (2.8.4.), Общество с ограниченной ответственностью «Тюменский нефтяной научный центр», проектный офис по газовым проектам, главный менеджер

2. Вахитова Гузель Ринатовна – кандидат технических наук (04.00.12), доцент, Уфимский университет науки и технологий, Физико-химический институт, кафедра геофизики, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Общество с ограниченной ответственностью «РН-КрасноярскНИПИнефть» (г. Красноярск), в своем положительном отзыве, подписанном Волковым Владимиром Григорьевичем, кандидатом физико-математических наук (05.13.18), заместителем генерального директора по геологии и разработке и Королевым Максимом Сергеевичем, кандидатом технических наук (25.00.17), начальником управления мониторинга разработки, указала, что диссертационная работа Бахитова Рината Радиковича «Прогноз основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта методами статистического моделирования и машинного обучения» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки методик оценки и прогноза основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта с учетом их взаимовлияния с использованием статистического моделирования и машинного обучения, имеющей значение для развития нефтегазовой отрасли. Диссертационная работа полностью требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением

Правительства РФ от 24.09.2013 № 842. Соискатель Бахитов Ринат Радикович заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата наук по специальности 2.8.4. - Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Соискатель имеет 11 опубликованных научных работ по теме диссертационной работы (общий объем 2,93 п.л., авторский вклад 1,5 п.л.), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 научных статей (общий объем 1,375 п.л., авторский вклад 0,85 п.л.).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Пространственное моделирование взаимовлияния добывающих скважин / М. М. Хасанов, Р. Р. Бахитов, И. А. Лакман, В. М. Тимирьянова // Нефтяное хозяйство. – 2023. – № 10. – С. 51-55. – DOI 10.24887/0028-2448-2023-10-51-55.

2. Методика количественной оценки взаимовлияния скважин с учетом отсроченного эффекта/ Хасанов М.М., Бахитов Р.Р., Лакман И.А., Манапов Т.Ф. // Нефтяное хозяйство – 2021 - № 12. – С. 51-55. DOI: 10.24887/0028-2448-2021-12-51-55.

3. Обзор исследований по моделированию геологического строения и процессов разработки месторождения /Хасанов М.М., Бахитов Р.Р., Лакман И.А.// Нефтяное хозяйство. 2021. № 10. С. 46-51. DOI: 10.24887/0028-2448-2021-10-46-51.

4. Применение алгоритмов машинного обучения в задачах прогноза коэффициента продуктивности скважин карбонатных месторождений/ Р.Р. Бахитов // Нефтяное хозяйство – 2019 - № 9. – С. 82-85. DOI: 10.24887/0028-2448-2019-9-82-85.

5. Особенности формирования рейтинга изученности зон и программы доизучения трещинного карбонатного коллектора Куюмбинского месторождения / Р.А. Ошмарин, Б.В. Белозеров, О.С. Ушмаев, А.С. Бочков, М.А. Тугарова, Р.Р. Бахитов, Н.А. Зощенко // Нефтяное хозяйство – 2015 - №5. – С. 52-56

6. Опыт применения модели DEEPAR для прогноза дебита жидкости добывающей скважины / Бахитов Р.Р., Гиндуллин Р.В., Лакман И.А.//В сборнике: Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли. сборник докладов трех научно-практических конференций журнала «Нефтяное хозяйство». – Москва, 2022. – С. 283-286.

Диссертационная работа Бахитова Р.Р.:

- не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации;

- содержит ссылки на авторов и источники заимствования;

- оригинальность диссертационной работы составляет 94,94%.

На диссертацию и автореферат поступили **6 положительных отзывов с замечаниями** из следующих организаций:

1 Отзыв из **ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»** подписал **Зиновьев Алексей Михайлович**, к.т.н. (2.8.4.), доцент, доцент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». Имеется 1 замечание: В автореферате недостаточно полно освещены вопросы интерпретации полученных результатов пространственного моделирования, не выделены особенности применения соответствующих моделей пространственной автокорреляции на практике.

2 Отзыв из **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Тюменский индустриальный университет»** подписал **Леонтьев Дмитрий Сергеевич**, к.т.н. (25.00.17), доцент кафедры бурения нефтяных и газовых скважин. Имеются 2 замечания: 1) В автореферате недостаточно полно отражены проблемы потенциальных ограничений и недостатков разработанных методик прогнозирования, в частности, какой длины временной ретроспективы должны быть ряды для построения прогноза, допустимы ли пропуски во входной информации. Предложение возможных путей улучшения методики для преодоления этих ограничений представляется ценным; 2) Автор на стр. 14 автореферата отмечает, что, несмотря на неплохие результаты применения модели DeerAR, было решено использовать модель BVAR для прогнозов. Видится полезным развернутый сравнительный анализ статистического и нейросетевого моделирования с точки зрения их преимуществ в решении задач прогнозирования.

3. Отзыв из **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный университет»**, **Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева** подписал **Мирсаатов**

**Олег Марсимович**, д.т.н. (25.00.17), доцент, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», заместитель директора по научной работе. Имеется 1 замечание: 1) Необходимо отметить ряд положений и результатов, которые, на мой взгляд, сохраняют статус не до конца оформленных рассуждений, например приведенные на страницах 11-12 автореферата аспекты предварительного анализа входной информации и формирования кустовых площадок следовало бы строго обосновать для подтверждения их эффективности.

4 Отзыв из **ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»** подписал **Мулявин Семен Федорович**, д.т.н. (25.00.17), доцент, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Института геологии и нефтегазодобычи. Имеется 3 замечания: 1) . В цели работы отсутствует достигаемый результат. Какими параметрами автор измеряет эффективность предложений? В выводах отсутствуют конкретные величины, например, прирост КИН, доп.добыча, прирост дебита нефти и др. Какое существенное значение имеет для развития нефтегазодобывающей отрасли?; 2) Имеются расхождения в формулировках задач и положениями научной новизны, теоретической и практической значимости. Например, поставлены следующие задачи: «Разработать методику комплексного предварительного анализа входной информации...», «оптимальный метод формирования кустовых площадок...»; «модели прогноза дебита скважины...». Т.е., планировалась одна методика, один метод, несколько моделей (сколько?) и программное обеспечение; 3) Тогда как по факту соискатель указывает в научной новизне: «методика прогнозирования гидродинамической связанности...»; «методика комплексного предварительного анализа...»; «модель байесовской векторной авторегрессии...» и «панельные модели пространственного лага». Фактически реализовано: две методики, одна мат.модель, несколько панельных моделей.

5 Отзыв из **Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти (ТатНИПИнефть) ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина** подписал **Фаттахов Ирик Галиханович**, д.т.н. (25.00.17), доцент, директор по повышению нефтеотдачи пластов, волновым и биотехнологиям. Имеется 1 замечание: 1) Можно сделать замечание, которое касается ряда выдвинутых гипотез

относительно разделения месторождениям на кусты (стр. 11-12). Представляет интерес описание и анализ всех гипотез с точки зрения их подтверждения или опровержения.

6 Отзыв из ООО «Газпромнефть НТЦ» (г.Санкт-Петербург) подписал **Монжерин Михаил Александрович**, кандидат геолого-минералогических наук (25.00.12), директор программ блока интегрированных решений. Имеется 2 замечания: 1) Насколько велика разница, на примере двух упомянутых месторождений, в точности прогнозирования между применением классических авторегрессионных моделей и предлагаемых автором комбинированным подходом с использованием ML, глубоких нейронных сетей? 2) Предложен метод формирования кустов с учетом фильтрационной связанности объектов и взаимовлияния скважин. Насколько удобно отслеживать рентабельность таких кустов с учетом возможных изменений взаимовлияния скважин во времени? Например, с изменением назначения скважин в ходе оптимизации систем разработки, отсутствия регулярной системы.

Выбор официальных оппонентов обоснован их компетентностью в данной отрасли науки, что подтверждается имеющимися у них публикациями в сфере исследований соискателя.

Поспелова Татьяна Анатольевна – занимается вопросами основами проектирования, ключевыми процессами разработки, актуальными аспектами разработки нефтяных и газовых месторождений с применением цифровых технологий. Автор более 50 статей, 2-х монографий, 14 свидетельств, 2 патентов.

Вахитова Гузель Ринатовна – специалист в области разработки компьютерной обработки данных геофизических исследований при освоении и эксплуатации скважин, основанных на базах знаний. Автор более 60 научных трудов.

Ведущая организация, Общество с ограниченной ответственностью «РН-КрасноярскНИПИнефть», научно-исследовательский и проектный институт развивает инновационные подходы к решению производственных задач и сопровождает весь комплекс геологоразведочных работ, инженерных изысканий, проектирования обустройства на нефтегазовых месторождениях. Волков Владимир Григорьевич изучает вопросы идентификации функциональных параметров модели

с использованием методов группового анализа. Королев Максим Сергеевич занимается вопросами разработки и исследования технико-технологических параметров регулирования систем поддержания пластового давления.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** новая методика оценки и прогнозирования основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта, учитывающая их взаимовлияние и позволяющая повысить точность прогноза дебита нефти и жидкости;

**предложен** методический подход проведения комплексного предварительного анализа входной геолого-промысловой и технологической информации на основе статистических моделей байесовской векторной авторегрессии, комбинации нейросетевого и авторегрессионного моделирования для оценки взаимовлияния скважин и определения гидродинамической связанности пластов исследуемых залежей;

**доказано, что** статистические модели байесовской векторной авторегрессии, полученные по геологическим и технологическим данным месторождений Восточной Сибири показывают высокое качество прогноза и обнаруживают статистическую значимость зависимости объема дебита жидкости от соседних добывающих скважин с лагом до 5 дней, влияния разницы забойного и пластового давлений, суммарного объема закачки по всем нагнетательным скважинам со средней ретроспективной ошибкой аппроксимации 4% (максимальная ошибка для 5% скважин составляет 36-51%).

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**обосновано** использование спецификации модели байесовской векторной авторегрессии для гидродинамически связанных пластов в виде системы одновременных авторегрессионных уравнений с запаздыванием динамических показателей скважин.

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использовано** специализированное программное обеспечение, написанное языках R и Питон для статистической обработки данных, статистические методы анализа временных

рядов, теории коинтеграции, панельного регрессионного анализа, метод кригинга и анализа вариограмм, нейросетевые модели, модели пространственной статистики, учитывающие временное и пространственное запаздывание;

**изложена** методика обработки входной информации в виде анализа исторических временных рядов по технологическим и промысловым данным работы скважин;

**раскрыты** подходы к прогнозированию дебита нефти и жидкости скважины на основе комбинации глубоких нейронных сетей и классической модели авторегрессии, позволяющий достичь высокой точности прогноза;

**изучены** математические модели и статистические методы, разработана матрица их применимости для прогнозирования продуктивности скважин с учетом их взаимовлияния;

**проведена модернизация** численных методов в виде программного кода по построению прогнозов по модели байесовской векторной авторегрессии на период упреждения 30, 60 и 90 дней на основе анализа геолого-геофизической и промысловой информации месторождений.

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

**разработано** программное обеспечение для построения прогнозной модели байесовской векторной авторегрессии, внедренное в виде отдельного модуля в информационную систему ООО «Газпромнефть НТЦ» (г. Санкт-Петербург) для анализа и прогнозирования добычи нефти;

**определены** прогнозные значения (с ошибкой менее 10%) дебита скважин по нефти и жидкости для двух исследуемых месторождений в Восточно – Сибирском нефтегазоносном регионе с периодом упреждения 3 месяца, а также с учётом влияния соседних добывающих скважин;

**представлены** методические рекомендации комплексного предварительного анализа входной геолого-промысловой и технологической информации работы скважин, а также по совместному применению нейросетевого, авторегрессионного моделирования DeePAR и панельной регрессионной пространственной модели для оценки и прогнозирования взаимовлияния скважин.



**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

для экспериментальных работ высокую сходимость прогнозных данных к множеству фактических показателей работы скважин месторождения Восточной Сибири;

теория построена на известных и признанных статистических методах, нейросетевых моделях и алгоритмах прогнозирования данных;

идея базируется на анализе и обобщении опыта разработки нефтегазовых месторождений, систематизации и критическом анализе технических данных и технологической информации работы добывающих и нагнетательных скважин, в том числе используемых методах прогнозирования уровней добычи нефти;

установлено совпадение авторских прогнозных данных по дебиту нефти с фактическими данными добычи скважин Куюмбинского нефтяного месторождения, а также Тымпучиканском, Вакунайском и Игнялинском лицензионных участках;

использованы промысловые данные в виде динамических рядов добывающих и нагнетательных скважин месторождений Восточной Сибири.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

- постановке цели и задач диссертационного исследования, в обзоре и систематизации используемых в настоящее время математических моделей и статистических методов, непосредственном участии в статистическом анализе и предобработке данных;

- в разработке достоверной модели прогноза дебита по нефти и жидкости, учитывающих взаимовлияние скважин независимо от времени и размещения на месторождении;

- постановке задачи по разработке программного обеспечения и проведению вариантных экспериментов численной реализации модели прогноза добычи скважин.

**Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, основной идейной линии, концептуальности и взаимосвязи выводов.**

Диссертационная работа Бахитова Р.Р. на тему «Прогноз основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта методами статистического моделирования и машинного обучения», соответствует критериям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (п. 9-14), Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 года № 335 (п. 9-14, п.32) «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки России и требованиям, предъявляемым к диссертациям.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель, Бахитов Ринат Радикович, ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 16 мая 2024 года диссертационный совет принял решение *за решение научной задачи разработки методик оценки и прогноза основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта с учетом их взаимовлияния, с использованием статистического моделирования и машинного обучения, имеющие существенное значение для развития отрасли знаний* присудить Бахитову Ринату Радиковичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

При проведении **тайного голосования** диссертационный совет в количестве **19** человек (**15** – принимали участие в месте проведения заседания, **4** – принимали участие дистанционно с обеспечением аудиовизуального контакта), из них **7** докторов наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, рассматриваемой диссертации, участвующих в заседании, из **25** человек, входящих в состав совета, проголосовал: «за» - **19**, «против» - **0**.

Председатель

Ученый секретарь

16 мая 2024 г.



Бахтизин Р. Н.

Султанов Ш. Х.

Доктор физико-математических наук, профессор Бахтизин Рамиль Назифович  
Доктор технических наук, профессор Султанов Шамиль Ханифович