

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента доктора технических наук

Поспеловой Татьяны Анатольевны

на диссертационную работу Бахитова Рината Радиковича «Прогноз основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта методами статистического моделирования и машинного обучения», представленную на соискание степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

### **1 Актуальность темы диссертационной работы**

Прогнозирование добычи нефти и газа является ключевым фактором для планирования и управления разработкой месторождений. Точный прогноз позволяет определить оптимальную стратегию разработки, включая выбор места для бурения новых скважин, оптимизацию добычи и эффективное использование ресурсов. Уникальность каждого продуктивного пласта и сложность переноса методик оценки свойств с одного объекта на другой создают проблемы для получения достоверных прогнозных оценок.

При получении надежных прогнозных оценок необходимо учитывать информацию о геологической связности эксплуатационного объекта, направлениях фильтрационных потоков, а также продуктивности пласта. Классические модели и инструменты, традиционно используемые для получения оценок гидродинамической связанности пластовых систем, такие как геолого-гидродинамическое моделирование, метод материального баланса и полуаналитические емкостно-резистивные методы, не всегда обеспечивают достоверные прогнозы. Они имеют высокую трудоёмкость настройки, требуют больших вычислительных ресурсов и имеют ряд ограничений. Так, гидродинамическое моделирование позволяет учитывать сложные геологические и физические процессы, например, многофазное течение флюидов. Однако этот метод требует больших временных и вычислительных

ресурсов, а также множества параметров для калибровки модели. В свою очередь, емкостно-резистивные методы применяются для оценки коллекторских свойств пласта в целом для месторождения, что также требует больших вычислительных мощностей. Соответственно, выбор метода моделирования должен производиться с учетом конкретных условий месторождения и целей исследования. Комбинирование различных подходов и методов может помочь получить более точные и надежные результаты.

Анализ современных литературных источников показал высокую перспективность использования моделей и алгоритмов, на основе глубокого анализа исторических дискретных временных рядов, связанных с эксплуатацией нефтяных скважин, для нефтедобывающей отрасли в целом. Применение моделей и алгоритмов анализа временных рядов позволяет оптимизировать процессы добычи, прогнозировать объемы добычи, определять оптимальное время для проведения обслуживания и ремонта нефтепромыслового оборудования, а также уменьшить риски возникновения аварийных ситуаций. Глобальные модели, основанные на анализе нескольких связанных временных рядов, позволяют проводить более точный анализ резервуаров, определять оптимальное размещение скважин, улучшать эффективность добычи и принимать обоснованные решения при планировании долгосрочных стратегий разработки месторождений.

Таким образом, разработка методики использования современных методов анализа данных, моделей и алгоритмов для работы с нефтегазовыми временными рядами, в том числе с учетом их связности, в целях прогнозирования эксплуатационных характеристик скважин является актуальной и важной задачей для улучшения эффективности процессов добычи.

## **2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации, подтверждается результатами численных экспериментов и их сравнением со значениями фактических показателей

эксплуатации скважин месторождения Восточной Сибири. Применяемый при тестировании и обучении моделей предсказания дебита скважины итерационный подход позволил достичь приемлемой погрешности в прогнозах с периодом упреждения до 90 дней. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, также подтверждается проведенным анализом существующих исследований, методик и наработок в области применения математических моделей и статистических алгоритмов прогнозирования и оценки взаимовлияния скважин и построения моделей связанности пластовых систем. В прогнозных моделях взаимовлияния скважин и оценки связанности пластовых систем поведение каждой добывающей скважины описывалось в виде авторегрессии дебита окружающих нагнетательных и добывающих скважин месторождения, при этом оценки параметров уравнения являлись статистически значимыми при уровне  $p < 0,05$ . Методики и алгоритмы, полученные в рамках выполнения диссертационного исследования, прошли промышленную апробацию. По теме научного исследования опубликовано 11 научных трудов, 8 из которых опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, и в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Scopus. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на 4 различных международных конференциях.

### **3 Достоверность и новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций**

Исследования, результаты, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе, обладают высокой достоверностью и научной новизной. Автор предложил инновационные методики и модели прогнозирования дебита скважин, учитывающие взаимовлияние скважин по времени и пространству, а также связанность пластовых систем. Научная новизна работы заключается в разработке матрицы применимости алгоритмов, методик комплексного анализа данных, модели BVAR и панельных моделей

пространственного лага, что позволяет описать динамические процессы взаимовлияния скважин и повысить точность прогнозов добычи нефти. Методика комплексного предварительного анализа входной информации и статистические модели байесовской векторной авторегрессии (BVAR) и нейросетевая модель глубокого обучения (DeepAR) позволяют количественно оценить связанность пластовых систем и построить достоверные и объяснимые прогнозы взаимовлияния скважин. Полученные в работе модели пространственной статистики позволяют оценить взаимное влияние на дебит скважины внутрипластового давления, забойного давления скважин из соседнего окружения, в том числе с учетом лага запаздывания. Программное обеспечение, разработанное на основе исследований, позволяет строить точные прогнозы дебита скважин с учетом их взаимного влияния в реальном времени, что имеет высокую практическую значимость для управления заводнением пластов. Результаты работы подтверждены промышленной апробацией и интеграцией разработанных моделей в информационную систему для анализа и прогнозирования добычи нефти. Таким образом, исследования обладают высокой достоверностью и научной значимостью, что подтверждается успешной верификацией и апробацией результатов в промышленной среде.

#### **4 Оценка содержания диссертации, ее завершенность**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка использованной литературы, включающего 117 наименований. Работа изложена на 151 страницах машинописного текста, содержит 43 рисунка, 20 таблиц, 6 приложений.

Текст диссертационной работы написан понятным научным языком с соблюдением действующих требований и нормативов. Автореферат отражает основные идеи, содержание и выводы диссертации, выдержан по объему и форме. Диссертация представляет собой завершенное комплексное исследование проблемы моделирования пласта и прогнозирования продуктивности скважин с учетом взаимного влияния, может быть полезной для специалистов в области нефтегазовой промышленности.

## **5 Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации**

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в открытой печати. По теме научного исследования опубликовано 11 научных трудов, 8 из которых опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, и в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Scopus. Опубликованные работы полностью соответствуют теме диссертации и в полной мере отражают ее содержание.

В ходе ознакомления с работой были выявлены следующие замечания:

1. В диссертации необходимо было более подробно описать ограничения существующих подходов и методов, обеспечивающие лучшее понимание контекста исследования.

2. Определенные аспекты, такие как предварительный анализ входной информации и выбор оптимального метода формирования кустовых площадок, могли быть дополнительно обоснованы в исследовании для подтверждения их эффективности.

3. Для обеспечения более полного понимания методологии и результатов диссертационного исследования было бы целесообразно подробнее описать процесс разработки программного обеспечения, проведения повариантных экспериментов, выбор нейронной сети и алгоритмов обучения выборок данных.

Отмеченные недостатки не изменяют общую положительную оценку диссертационной работы, обоснованность, научную новизну и значимость для науки и практики ее положений, выводов, рекомендаций.

## **6 Заключение**

Диссертационная работа Бахитова Рината Радиковича «Прогноз основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта методами статистического моделирования и машинного обучения» соответствует критериям п. 9 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 года

№ 842 (пп, 9-14), Постановления Правительства РФ от 21 апреля 2016 года № 335 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Предлагаемые автором разработки обладают научной новизной и практической ценностью. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, а именно разработаны методики анализа входной промысловой информации и оценки степени взаимовлияния скважин эксплуатирующих один продуктивный пласт, имеющие существенное значение для развития нефтегазовой отрасли.

Автор Бахитов Р.Р. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Согласна на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Главный менеджер (проектный офис по газовым проектам) ООО «ТННЦ», доктор технических наук по специальности 2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

«12» апреля 2024 г.

 Т.А. Поспелова

Поспелова Татьяна Анатольевна

Доктор технических наук по специальности 2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», главный менеджер (проектный офис по газовым проектам)

Общество с ограниченной ответственностью «Тюменский нефтяной научный центр»

625000, г.Тюмень, ул.Осипенко, 79/1, офис.904

Телефон: +79634551792, e-mail: [tapospelova@tnnc.rosneft.ru](mailto:tapospelova@tnnc.rosneft.ru)

*Согласен* *Т.А. Поспелова* *учредитель*  
*Ведущий специалист* *Т.С. В. Шадур*

