

## **ОТЗЫВ**

*Официального оппонента кандидата технических наук*

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

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

Управление разработкой нефтяных месторождений подразумевает комплекс мероприятий по обеспечению устойчивой добычи нефти из продуктивного пласта. При этом очень важно получить достоверный прогноз периода эффективной выработки запасов. Традиционно для этого применяется, например, метод гидродинамического моделирования, который является довольно надежным. Однако, в случае разработки объектов сложного геологического строения, характеризующихся анизотропией проницаемости, он не всегда обеспечивает надежные результаты. Кроме этого, в задачах управления разработкой месторождений его применение ограничивается требованием значительных вычислительных и временных ресурсов.

В этом случае, становится необходимым создание новой методики, позволяющей получать достоверные прогнозы добычи углеводородов для любого типа сложности геологического объекта.

В этой связи, тема диссертационной работы безусловно актуальна, а предлагаемые автором подходы на основе использования современных методов анализа временных рядов, статистического моделирования взаимосвязанности пластов и алгоритмов машинного обучения являются весьма важными и заслуживающими внимания.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выводы и рекомендации автора, представленные в данной диссертационной работе, подтверждаются проведенными исследованиями, экспериментами и апробацией результатов. В работе использованы различные методы и подходы, включая анализ временных рядов, теорию коинтеграции, панельный регрессионный анализ, модели дискретных скрытых марковских процессов, метод кригинга и анализ вариограмм, нейросетевые модели, модели пространственной статистики, учитывающие временной и пространственный лаг.

Автором разработаны методики и предложены модели, позволяющие выполнять количественные оценки взаимовлияния скважин в рамках одного объекта разработки на добычу. Корректность и достоверность авторских подходов подтверждается положительными результатами промышленной апробации, указывающими на существенный экономический и технологический эффект. Разработанное программное обеспечение повариантных расчетов добычных показателей, учитывающее взаимовлияние скважин, используется в компании ООО «Газпромнефть НТЦ» (г. Санкт-Петербург).

Результаты, полученные в диссертации, были представлены на различных международных научно-практических конференциях и прошли промышленную апробацию.

Таким образом, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в данной диссертации, высокая.

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

Результаты, выводы и рекомендации, отраженные в диссертационном исследовании, обладают всеми признаками научной новизны. Предлагаемые автором решения на основе применения современных методов машинного

обучения, пространственного анализа позволили получить новый научно-обоснованный подход для прогнозирования гидродинамической связанности разрабатываемых объектов с учетом оценки степени взаимовлияния скважин.

Методика предварительного анализа исходных входных данных с использованием дискретных скрытых марковских процессов, предлагаемая в диссертации, позволяет повысить качество прогнозных моделей и достоверность результатов, что подтверждается промышленными данными.

Представленная модель байесовской векторной авторегрессии комплексно описывает динамические процессы взаимовлияния скважин, учитывая геологические процессы, происходящие в недрах, и обеспечивает объяснимость результатов моделирования и повышает обоснованность принятия решений в области добычи на месторождении.

Автором впервые разработаны панельные модели пространственного лага для оценки взаимной связи добычи скважин, учитывающие влияние внутрислоевого давления, забойного давления, пространственный и временной лаги запаздывания и индивидуальный эффект конкретной скважины. Результаты имеют важное практическое значение для планирования бурения новых скважин или консервации старых.

#### **4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов**

Результаты, полученные автором диссертации, имеют высокую научную и практическую значимость.

С научной точки зрения, исследование является развитием статистических методов на основе применения алгоритмов машинного обучения для анализа больших массивов динамических данных, получаемых в процессе разработки геологических объектов. Научно-обоснованные подходы автора позволили усовершенствовать существующие методики прогноза добычи углеводородов и, тем самым, усилили область применения статистического моделирования и машинного обучения в области разработки нефтяных месторождений.

С практической точки зрения, результаты диссертационного исследования могут быть использованы для разработки эффективной стратегии управления разработкой месторождения и планирования геолого-технических мероприятий. Автором диссертации разработана и зарегистрирована программа для ЭВМ «Программа среднесрочного прогнозирования показателей продуктивности скважин с учетом влияния ее окружения» для формирования эффективной стратегии разработки месторождения и планирования мероприятия по интенсификации добычи нефти, консервации или ликвидации скважин.

## **5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Полученные результаты диссертационного исследования Бахитова Рината Радиковича могут найти применение в области анализа больших массивов цифровых данных с целью прогноза гидродинамической связанности объектов разработки и добычи углеводородов, при планировании геолого-технологических мероприятий и формирования программы управления разработкой месторождений.

Методики, предлагаемые в данной работе, можно использовать для автоматизации решения задачи оценки качества и полноты исходных промысловых данных.

Авторская программа среднесрочного прогнозирования показателей продуктивности скважин с учетом влияния ее окружения, зарегистрированная в Государственном реестре программ ЭВМ, может быть внедрена в производство для оперативного мониторинга процесса разработки и добычи.

Результаты и выводы диссертанта могут быть безусловно полезны в области развития информационных технологий, технического образования и при выполнении научных исследований.

## **6. Оценка содержания диссертации**

Содержание диссертации состоит из введения, четырёх глав, основных выводов и рекомендаций, библиографического списка использованной

литературы, включающего 117 наименования. Диссертация изложена на 184 страницах машинописного текста и написана доступным языком, все основные положения отражены в публикациях, полученные выводы соответствуют поставленным задачам. Содержание работы логически структурировано и представляет собой последовательное изложение результатов исследования, по содержанию соответствует паспорту специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Автореферат и опубликованные 11 работ отражают содержание диссертации.

## **7. Замечания по диссертационной работе**

Работа, в целом, заслуживает высокой оценки. Вместе с тем, имеются следующие замечания.

1. Во второй главе, посвященной разработке методики оценки взаимовлияния скважин и определения связанности пластовых систем, в подразделе 2.2 сказано, что допускается отклонение параметра  $PI$  от среднего значения на 10-15%. Однако нигде в тексте диссертации это ничем не обосновано. Параметр  $PI$ , как следует далее по тексту, является критерием качества входных временных данных и важно, чтобы этот критерий был аргументирован, иначе достоверность модели ставится под сомнение.
2. В этом же подразделе 2.2 второй главы далее говорится о том, что автору удалось получить относительно качественную информационную базу достаточного объема. Непонятно, какова степень относительности качества информационной базы и как понимать, достаточный объем данных или нет, если в тексте не приведен анализ полноты и достаточности требуемого объема входной информации для проведения исследования.
3. В третьей главе описана интерпретация индивидуальных панельных эффектов, полученных по каждой скважине месторождения. Не совсем ясно и текста, связаны ли эти эффекты с геологическими показателями скважин.
4. В оглавлении отсутствует название четвертой главы, хотя по тексту она

есть «4. ВАРИАНТНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ BVAR ПО ПРОГРАММНОМУ КОДУ».

5. По тексту диссертации отмечается некоторая недопустимая небрежность в грамматике языка, встречаются опечатки. Например, в предложении на стр.13 «Использование инструментов ... имеют дополнительные ограничения ...» несоответствие окончаний подлежащего и сказуемого. Далее на стр.13 в предложении «Методом материального баланса ... выполнить нельзя, но их использование позволяет ...» несоответствие окончаний существительного в единственном числе и местоимения во множественном числе. На стр.14 - «... элементы  $J_{ii}$  по диагонали являются коэффициент продуктивности ...», на стр.28 «... посвященные не только проблеме прогнозированию ... » аналогичные замечания. На стр.48 допущена опечатка в слове жидкости - «жидксти», на стр.86 – опечатка в слове внутрислового – «внутрисловоого». Везде по тексту работы слова «рисунок» и «таблица» почему-то пишутся с заглавной буквы.

Указанные замечания никоим образом не снижают значимости результатов диссертации Бахитова Р.Р. и общего положительного впечатления о ней.

## 8. Заключение

Актуальность темы, обоснованность выводов и положений, достоверность и новизна результатов работы позволяют сделать заключение о том, что диссертационная работа Бахитова Р.Р. «Прогноз основных параметров эксплуатации скважин нефтяного пласта методами статистического моделирования и машинного обучения», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» является законченной научно-квалификационной работой. Предлагаемые методы и подходы научно-обоснованы, полученные результаты прошли промышленную апробацию и показали значимый экономический и технологический эффект. Наиболее важным в работе является предлагаемая усовершенствованная методика

прогноза основных эксплуатационных параметров продуктивного пласта независимо от сложности его геологического строения, которая базируется на комплексном использовании методов статистического моделирования и алгоритмов машинного обучения, имеющая существенное значение для планирования мероприятий и управления разработкой нефтегазовых месторождений и развития топливно-энергетической отрасли в целом.

Считаю, что диссертационная работа Бахитова Р.Р. отвечает требованиям п. 9. «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а ее автор Бахитов Ринат Радикович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры геофизики

Вахитова Гузель Ринатовна

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

Вахитова Гузель Ринатовна

Кандидат технических наук по специальности 04.00.12. «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых», доцент кафедры геофизики

Уфимский университет науки и технологий

Физико-технический институт

450076, г.Уфа, ул.Заки Валиди, д.2/1

Телефон +79174059570; e-mail: [guzel.geotecs@mail.ru](mailto:guzel.geotecs@mail.ru)



Подпись	Вахитовой	Г.Р.
Достоверно	«23»	04 2024 г.
Должность	Зам. начальника общего отдела УУНИТ	
Подпись	Шамильбаева	Г.Р.