

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Пономаревой Инны Николаевны «Многоуровневый вероятностно-статистический мониторинг разработки и эксплуатации нефтяных месторождений», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.17 – Разработки и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

1. Актуальность избранной темы

Объективный мониторинг разработки месторождений нефти является основой эффективного управления процессами выработки запасов. При этом следует учитывать, что задачи мониторинга на начальных и заключительных стадиях разработки залежей могут значительно различаться. На начальной стадии разработки первостепенными являются задачи контроля за показателями эксплуатации скважин и изучение особенностей нефтеносности и геологического строения разрабатываемых залежей. На заключительных – оценка эффективности реализованной системы разработки и обоснование эффективных ГТМ. В этой связи тема диссертационного исследования Пономаревой Инны Николаевны, направленная на решение задач мониторинга разработки месторождений нефти, является весьма актуальной.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций основана на анализе данных геологического и промыслового материала по нефтяным месторождениям Пермского края, использовании современных способов его обработки, высокой сходимости модельных и фактических результатов, успешном внедрении разработок в производство. Автор имеет большое количество публикаций в ведущих рецензируемых журналах, в том числе входящих в международные базы цитирования. Таким образом, выполненный анализ материалов, приведенных в диссертации, позволяет сделать вывод об обоснованности научных положений, методик и рекомендаций.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В рамках диссертационного исследования автором для решения поставленных задач впервые использованы подходы, основанные на описании различных процессов разработки нефтяных месторождений с помощью построения многоуровневых многомерных статистических моделей. При этом, оценке достоверности предложенных моделей уделено значительное внимание. Результаты исследований, описанные в

диссертации, подтверждены практикой нефтедобычи путем сравнения модельных и фактических показателей. Отмечу, что для решения задач, которые приведены в работе, во всех случаях проводится сравнение и подтверждение фактическими данными. Например, разработанная методика оценки параметров трещин ГРП подтверждена материалами микросейсмического мониторинга; методика оценки распределения объемов закачки по пласту – результатами трассерных исследований. В этой связи достоверность результатов диссертационного исследования не вызывает сомнений.

Научной новизной следует считать:

- применение многомерного статистического моделирования при определении и прогнозировании пластовых и забойных давлений и дебитов скважин;
- принцип исследования индивидуальных особенностей процессов нефтеизвлечения за счет использования оригинального подхода к построению многомерных статистических моделей. Так, именно предлагаемый пошаговый способ построения многомерных моделей позволил установить две характерные стадии формирования пластового давления на месторождении им. Сухарева;
- установленные закономерности согласованного и несогласованного взаимодействия между скважинами в пределах элемента системы разработки до и после проведения гидравлического разрыва пласта;
- методика оценки направления трещины гидравлического разрыва пласта, основанная на анализе взаимной корреляции дебитов соседних скважин, результатах гидродинамических исследований и подтвержденная данными микросейсмического мониторинга;
- Методика оценки взаимодействия добывающих и нагнетательных скважин, внутрипластового распределения объемов закачиваемой воды при реализованной системе заводнения объекта.

Следует отметить, что научной новизной характеризуются результаты исследований, приведенные во всех главах диссертационной работы.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в получении новых знаний и представлений об особенностях формирования пластового и забойного давлений в скважинах рассматриваемых объектов месторождений, а также согласованное взаимодействие скважин при проведении ГРП в пределах элемента системы разработки.

Теоретическое обоснование целесообразности применения многоуровневого многомерного регрессионного анализа позволило разработать методологические основы мониторинга разработки месторождений нефти:

- разработать методику определения забойного давления в добывающих скважинах механизированного фонда, позволяющую быстрее и точнее определить характеристики газожидкостной смеси в стволе скважины. Методика демонстрирует высокую достоверность и внедрена для практического использования в производство;

- разработать методику определения пластового давления без остановки скважины на исследование и внедрить на предприятии. Практическое применение данной методики позволяет оперативно оценивать пластовое давление в тех случаях, когда проведение гидродинамических исследований затруднено или невозможно;

- разработать статистические модели для определения дебитов скважин с учетом особенностей строения пустотного пространства коллекторов рассматриваемых месторождений;

- обосновать способ оценки направления и размеров трещины гидравлического разрыва пласта, применение которого позволяет детально проанализировать результаты накопленного опыта реализации данного вида воздействия и планировать его дальнейшее проведение;

- разработать методику оценки распределения закачки в пределах продуктивного пласта, что позволяет оценивать эффективность реализованной системы поддержания пластового давления и своевременно принимать меры по ее регулированию.

5. Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 277 источников, приложения. Объем диссертации составляет 344 страницы машинописного текста, включает 160 рисунков и 170 таблиц. Результаты диссертационных исследований опубликованы в 47 научных изданиях, в том числе 20 публикаций – в журналах, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science.

Изложение материалов диссертационного исследования Пономаревой И. Н. характеризуется ясностью и логичностью. Все необходимые материалы представлены в виде информативных таблиц и рисунков. Содержание автореферата в полной мере соответствует материалу, представленному в диссертации и опубликованным работам.

6. Замечания по работе

Принципиальные замечания к диссертационной работе отсутствуют. Однако, имеются следующие замечания:

1. С формальной точки зрения допущено расхождение между поставленными автором задачами и полученными результатами. Так, в задачах автор анонсирует разработку двух «методик...», одного «подхода...», одного «способа...» и установление «закономерностей...». Однако в «Научной новизне» предложена «методика...» и «метод оценки...», которые отсутствуют в задачах. В «практической значимости» разработан уже «способ оценки...», которого нет в задачах, но в научной новизне он является «методом».

2. В первой главе автор выводит ряд статистических моделей разного уровня: а. по всем месторождениям Пермского края; б. по каждому месторождению; с. по основным объектам всех месторождений; д. по конкретным объектам каждого месторождения. Кроме этого, построена модель, объединяющая все четыре уровня (стр.15, формула 8 автореферата). Как объяснить высокую (идеальную) сходимость модели по Озерному м-нию и большой разброс данных по Сибирскому м-нию (рис.1.19, стр.65)?

3. Во второй главе автор пишет *«Анализ данной модели показал, что она (см. формула 11 на стр.25 автореферата) работает различно в разных частях выборки, в диапазонах больше и меньше 14 МПа»*. В чем эти различия и какова их причина (физика процесса)?

На стр.77 диссертации автор пишет *«При построении моделей использован пошаговый регрессионный анализ. В качестве зависимого признака выступает $P_{пл}^T$, а в качестве независимых факторов – значения $P_{пл}^H$, T , $Q_{ж}$, $Q_{н}$, $P_{заб}$, $K_{прон}^H$, $K_{прон}^T$, S , $Q_{н}^H$, $Q_{ж}^H$, $Q_{с}^H$ и $\Gamma_{ф}$ »*. С этим трудно согласиться, т.к. в частности $Q_{ж}$ точно зависит от $P_{пл}^T$ и $K_{прон}$.

При построении многомерных моделей для каждого объекта разработки автором обосновано так называемое граничное пластовое давление - $P_{плгр}$, равной примерно $(0,61-0,65)*P_{нач}$ и разделяющее две выделенные стадии его формирования. Но как объяснить этот результат?

4. В третьей главе выведены регрессионные зависимости дебита для трещинного и порового коллектора. Далее автор пишет *«Достоверность этих моделей подтверждена высокой сходимостью расчетных и фактических значений прогнозируемого параметра»*. Однако на рис.3.10 (стр. 193) имеет место большой разброс в расчетах, хотя средне-квадратичное отклонение не приведено. Хотелось бы увидеть сопоставительные расчеты с известными зависимостями (напр., формула Дюпюи) и фактическими данными.

5. В четвертой главе для определения значимости *«распределения объемов закачки и взаимодействия между добывающими и нагнетательными скважинами»* автор

использует t-критерий Стьюдента. Но эту модель можно проверить на 3Д гидродинамической модели. Какие же результаты получены в трехмерной гидродинамической модели? Соответствуют или не соответствуют представлениям автора и почему?

6. В пятой главе введено понятие «согласованно работающего элемента системы разработки». Но как его отличить от «несогласованно работающего элемента» – не понятно.

7. Выводы к каждой главе и заключение написаны очень обобщенно, без конкретики, с использованием таких выражений: «...*практическое определение которых (параметров) не сопровождается затруднениями*» (стр.74); «*Методика определения забойного давления. ... демонстрирует значительно более высокую работоспособность по сравнению с «плотностными» методами*» (стр.74); «...наличие значительного накопленного опыта **высококачественных** гидродинамических исследований скважин при неустановившихся режимах» (стр.158); «**Это позволит наиболее точно воспроизвести его поведение (давления) в процессе разработки залежей**» (стр.158); «**Наибольшую достоверность** определения дебитов скважин продемонстрировали модели, построенные с учетом принадлежности коллектора к тому или иному выделенному классу» (стр.194).

Все таки хотелось бы в числовом выражении увидеть данные качественные оценки.

8. Какова же технологическая эффективность при реализации разработок автора на месторождениях Пермского края?

9. Поведение углеводородных пластовых систем подчиняется одним и тем же физическим законам, независимо от региона, провинции и объекта разработки. Проверялись ли предложенные автором зависимости на примере объектов-аналогов месторождений Западной Сибири?

Эти замечания не влияют на достоверность и обоснованность полученных результатов исследования.

7. Заключение

Диссертацию Пономаревой Инны Николаевны «Многоуровневый вероятностно-статистический мониторинг разработки и эксплуатации нефтяных месторождений» следует считать завершенной научной работой, в которой, на основании выполненных автором исследований, изложены новые научно-обоснованные решения по повышению эффективности мониторинга разработки и эксплуатации нефтяных месторождений,

внедрение которых вносит значительный вклад в развитие теории и практики нефтедобычи.

Автор диссертационной работы – Пономарева Инна Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

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

Официальный оппонент:

Профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», доктор технических наук (специальность 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений), доцент

Мулявин Семен
Федорович

«20» августа 2020 г.

Контактные данные:

Адрес места работы: 625000, Тюменская область,
г. Тюмень, ул. Володарского, 38.

E-mail: msf-052@mail.ru,

8(912)9227504

Подпись Мулявина Семена Федоровича заверяю: