

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Поспеловой Татьяны Анатольевны

«Развитие методов регулирования работы скважин на основе цифровых технологий»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

1. Актуальность темы диссертации.

Начиная с 2000 года, все проектные документы на разработку нефтегазовых месторождений составляются на основе трехмерных постоянно действующих геолого-технологических моделей. При этом, качество проектных решений по месторождениям РФ не только не выросло, но и, по мнению многих ученых и специалистов, снизилось. Об этом, в частности, писал д.г.-м.н. Э.М. Халимов. Кроме того, задачи оперативного управления разработкой месторождений с использованием таких моделей также крайне редко решаются с удовлетворительным для недропользователя результатом. Совершенно очевидно, что для проектирования разработки и управления ею необходимо применять модели различного уровня сложности в зависимости от стадии разработки месторождения (о чем убедительно пишет автор настоящей диссертации), полноты, достоверности исходной геологической информации, неопределенности геологического строения в межскважинном пространстве, наконец, от требуемой оперативности принятия решений в режиме реального времени. Необходимо разрабатывать новые и совершенствовать существующие инструменты автоматизированного управления разработкой, основанные на прокси-моделях, оптимизационных алгоритмах, методах искусственного интеллекта.

В этой связи представленная диссертация, в которой получили дальнейшее развитие методы и подходы оперативного цифрового регулирования работы скважин в реальном времени при разработке нефтегазовых месторождений, является весьма актуальной.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Полученные автором результаты научно обоснованы, поскольку базируются на традиционных математических моделях, общепринятых положениях физики нефтяного пласта, на анализе большого количества фактического материала, подтверждены многочисленными расчетами и сопоставлением с промысловыми данными. Результаты, полученные автором, характеризуются внутренней непротиворечивостью, качественным и количественным совпадением по различным методикам. Работа прошла широкую апробацию на различных международных и Всероссийских конференциях.

3. Достоверность и научная новизна результатов диссертации.

Достоверность полученных автором результатов подтверждается использованием физически содержательных математических моделей, сопоставлением расчетных данных с фактическими показателями работы скважин, с аналитическими моделями, многочисленным тестированием программ при различных исходных данных.

Новыми научными результатами диссертационной работы являются:

- подход к прогнозированию показателей разработки и оптимизации ввода новых скважин в эксплуатацию с учетом целевых уровней добычи и инфраструктурных ограничений, отличающийся объединением в единый алгоритм расчета базового фонда с новыми скважинами и формированием задачи с разной степенью детализации и применением стохастического метода дифференциальной эволюции в итерационном процессе.

- алгоритм решения задач анализа и оптимизации системы заводнения, отличающийся возможностью подбора оптимальных приемистостей нагнетательных скважин путем решения обратной оптимизационной задачи гидромеханики с использованием аналитического описания продуктивных пластов в ноль- и одномерной постановке без необходимости проведения многовариантных расчетов на гидродинамических симуляторах.

- общая концепция создания прокси-моделей пласта на основе метода крупных контрольных объемов, учитывающая перетоки между элементами залежи в многофазной постановке, оперативно автоадаптируемая и непрерывно численно интегрируемая с моделями наземной инфраструктуры для оперативного контроля и регулирования технологических режимов скважин.

- универсальная модель наземных сетей с произвольной топологией, включающая скважины и дренируемые зоны пласта для систем внутрипромыслового сбора продукции и транспорта воды в системе поддержания пластового давления с включением математических регуляторов в основную систему уравнений потокораспределения и использованием механизма автоадаптации технических характеристик скважин и коллекторов сбора продукции с данными телеметрии.

- концепция распределенной системы автоматического управления газовым промыслом, предусматривающей, наряду с центральной, также и периферийные системы автоматического регулирования, расположенные непосредственно на скважинах.

- формализовано понятие цифрового двойника промысла как его динамической физико-математической модели, отображающей реальное состояние и рабочие характеристики своего физического прообраза с использованием механизма автоадаптации.

- комплексный подход к оценке и прогнозированию применения методов увеличения нефтеотдачи на примере водогазового воздействия, включающий выделение области неопределенности получаемых решений за счет построения трехфазных изоперм на основе данных двухфазной фильтрации, метод группирования и минимизации псевдокомпонентов углеводородной системы для построения уравнения состояния, воспроизводящего экспериментальные

данные, сопоставление данных, полученных на трубках тока, по упрощенной теории многоконтактного вытеснения с детальными расчетами по композиционным моделям, применение метода материального баланса для оценки доступности смешивающегося жирного газа и несмешивающегося для задач утилизации попутного газа на промысле.

4. Значимость результатов для науки и практики.

Теоретическая значимость работы заключается в научно-обоснованном автором новом комплексном подходе к моделированию и управлению технологическими процессами добычи и нагнетания в режиме реального времени.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

Результаты работы широко внедрены в подразделениях ПАО «НК «Роснефть» для задач оценки рентабельности новых лицензионных участков, средне- и долгосрочного прогнозирования уровней добычи введенных в разработку месторождений в условиях имеющихся внешних и инфраструктурных ограничений (месторождения: Ем-Еговское, Каменное, Русское, Протозановское, Соровское, Сузунское, Тагульское). На дату выполнения работы расчеты по уровням добычи нефти и газа выполнены более чем по 10 месторождениям (23 объектам) в рамках текущего мониторинга добычи и по 6 месторождениям (11 объектам), результаты которых вошли в проектно-техническую документацию (ПТД) и успешно приняты в ГКЗ. В 2020 году в компании ПАО «НК «Роснефть» внедрено руководство пользователя информационной системы «Комплекс инструментов для нефтяного инжиниринга»; - разработана методика и программный модуль «Ариадна 2.0» для подбора оптимальных режимов работы нагнетательных скважин на основе модели CRM, которая успешно внедрена на активах АО «РН-Няганьнефтегаз», АО «Самотлорнефтегаз»; - внедрена в работе САУП на Береговом месторождении технология цифрового регулирования газовым промыслом, которая позволила повысить экономическую эффективность добычи за счет внедрения распределенной системы управления и реализации режима «автопилота» (ПО GazNet).

5. Соответствие опубликованных трудов и автореферата содержанию диссертации.

Основные результаты диссертации опубликованы в 37 печатных работах, в том числе 36 в журналах, рекомендованных ВАК и приравненных к ним изданиях, и одной монографии. Тематика публикаций соответствует теме диссертации и достаточно полно отражает содержание диссертационной работы. Автореферат полностью соответствует основным положениям диссертации.

6. По содержанию диссертации имеются следующие замечания.

1. При оценке качества инструментов моделирования автором проведено их сравнение по пяти критериям. При этом, при оценке адекватности геолого-

гидродинамических моделей рассмотрена только одна – детерминированная реализация, что не вполне правомерно. На наш взгляд, следовало также рассмотреть стохастические модели.

2. Из диссертации не вполне ясно, как на практике применяются модели CRM в случае многопластовых залежей, вскрытых единой сеткой скважин с нерегулярной перфорацией пластов и имеющих хаотичное слияние пластов.

3. Схема, приведенная на рис. 2.3 диссертации, ошибочно названа диаграммой Вороного, которая ею не является.

4. Основная формула упругого режима, приведенная в диссертации под номером 4.1, выводилась в предположении, что проницаемость, входящая в коэффициенты гидропроводности и пьезопроводности пласта, одна и та же. Автором проведена их дифференциация. Необходимо было пояснить, как получена формула 4.2, как решается задача идентификации проницаемостей и как в дальнейшем используются полученные результаты.

5. Не все единицы измерения приведены в системе СИ.

Высказанные замечания не снижают ценности диссертационной работы.

7. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям.

Диссертационная работа Поспеловой Т.А. является законченным научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Работа состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы из 230 наименований. Объем работы составляет 330 страниц.

В содержании диссертационной работы нашли отражение все поставленные автором задачи. Полученные результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на фактическом материале, иллюстрируется примерами и расчетами, написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Диссертационная работа оформлена в полном соответствии с требованиями ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

В работе приведены научные результаты, позволяющие их квалифицировать как решения, обеспечивающие повышение эффективности оперативного цифрового регулирования работы нефтегазовых скважин в реальном времени.

Диссертационная работа отвечает требованиям к докторским диссертациям, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (п. 9-14) «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положением о присуждении ученых степеней») (ред. от 01.10.2018 г.) является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные решения по моделированию и управлению технологическими процессами добычи и нагнетания в режиме реального времени, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Автор диссертационной работы, Поспелова Татьяна Анатольевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Я, Насыбуллин Арслан Валерьевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,
Заведующий кафедрой разработки и
эксплуатации нефтяных и газовых
месторождений,
доктор технических наук, профессор

А.В. Насыбуллин

11 февраля 2022 г.

Насыбуллин Арслан Валерьевич
Доктор технических наук по специальности 25.00.17 –
«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых
месторождений», профессор,
Государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Альметьевский государственный нефтяной институт,
кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых
месторождений, заведующий кафедрой

423458, Республика Татарстан, г. Альметьевск,
ул. Ленина, д. 2, тел. (8553) 310079,
E-mail: arsva1@bk.ru

