

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Российский государственный университет  
нефти и газа (национальный  
исследовательский университет)  
имени И.М. Губкина»  
(ГУБКИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**



119991, г. Москва, Ленинский просп., д. 65, корп. 1  
Телефон: (499) 507-88-88 (многоканальный);  
факс: (499) 507-88-77

E-mail: [com@gubkin.ru](mailto:com@gubkin.ru); <http://www.gubkin.ru>  
ОКПО 02066612; ОГРН 1027739073845  
ИНН/КПП 7736093127/773601001

*01 сентября 2022* № *2/514*  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_



**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по научной и  
международной работе

р

А.Ф. Максименко

« 01 »  05  2022 г.

## **ОТЗЫВ**

**ведущей организации - федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования «Российский  
государственный университет нефти и газа (национальный  
исследовательский университет) имени И.М. Губкина  
о диссертационной работе Чудина Яна Сергеевича «Совершенствование  
методов гидродинамического прокси-моделирования газовых  
месторождений и ПХГ», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 25.00.17 - Разработка и эксплуатация нефтяных  
и газовых месторождений (технические науки)**

### **Актуальность темы диссертации**

Актуальность темы диссертационного исследования Чудина Я. С. заключается в необходимости увеличения точности гидродинамических прокси-моделей, в том числе, на начальных этапах разработки месторождений и эксплуатации ПХГ, когда геологическая неопределенность значительна. Соответственно, снижение такой неопределенности позволит

повысить эффективность принимаемых геолого-технологических и технико-экономических решений.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций** обеспечивается привлечением к исследованию обширного отечественного и зарубежного опыта создания и применения гидродинамических прокси-моделей газовых промыслов и ПХГ, а также полноценным анализом существующие методы прокси-моделирования газовых залежей. На основе этого анализа автором усовершенствованы прокси-модели газовых промыслов и ПХГ за счет привлечения методов машинного обучения при проведении расчетов на гидравлических моделях объектов внутрипромыслового транспорта и компримирования газа.

**Новизна полученных результатов** заключается в следующем. Впервые проведена систематизация гидродинамических прокси-моделей водоносных пластов, в основе которых лежат безразмерные функции влияния, полученные в виде решений основного уравнения упругого режима фильтрации укрупненной скважины (аналитические и инженерные решения). Выполненная систематизация методов прокси-моделирования водоносных пластов позволила разработать методику расчета изменения давления и совокупного перетока пластовой воды при переменных во времени условиях на опорном контуре. На основе усовершенствованного метода прокси-моделирования проведены вычислительные эксперименты по моделированию объектов исследования, которые показали удовлетворительную сходимость к фактическим данным разработки газовых промыслов и эксплуатации ПХГ.

Автором диссертации уставлено, что инженерные решения показывают удовлетворительную точность расчетов и могут быть применены для прокси-моделирования водоносных пластов. При этом автором отмечено, что применение известного метода Картера-Трейси показывает более низкую



точность (на 5-6%) в случае знакопеременного изменения давления на опорном контуре (при циклической эксплуатации ПХГ) по сравнению с монотонным его изменением (при разработке месторождений).

Автором усовершенствованы модификации балансовой модели газовой залежи при водонапорном режиме путем учета относительных фазовых проницаемостей. В работе показана эффективность применения адаптивных нейросетевых методов для моделирования скважин, трубопроводов и компрессорной станции, что позволит повысить скорость и адаптируемость моделей к фактическим параметрам эксплуатации месторождений и ПХГ.

**Научная и практическая значимость** результатов диссертации обеспечивается комплексностью теоретических исследований и проведенными цифровыми экспериментами. Обоснование автором метода интегрированного прокси-моделирования, нацеленный на взаимосвязанный расчет комплекса, состоящего из водоносных пластов, газовых залежей, скважин и системы внутрипромыслового транспорта и компримирования газа, имеет как теоретическую, так и практическую значимость.

Внедрение в практику предложенного автором метода позволит обоснованно проводить оперативные многовариантные прогнозные расчеты в условиях ограниченного объема достоверных исходных геолого-промысловых и технико-экономических данных.

**Соответствие диссертации** паспорту специальности 25.00.17 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Защищаемые положения и полученные результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 25.00.17 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», что подтверждается формулой специальности: «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений – область науки и техники, занимающаяся изучением, проектированием, мониторингом и управлением природно-техногенных

систем при извлечении из недр углеводородов...» и области исследований (пункты 3 и 5):

- «3. Научные аспекты и средства обеспечения системного комплексного (мультидисциплинарного) проектирования и мониторинга процессов разработки месторождений углеводородов...»;

- «5. Научные основы компьютерных технологий проектирования, исследования, эксплуатации, контроля и управления природно-техногенными системами, формируемыми для извлечения углеводородов из недр или их хранения в недрах с целью эффективного использования методов и средств информационных технологий, включая имитационное моделирование геологических объектов, систем выработки запасов углеводородов и геолого-технологических процессов».

#### **По диссертации имеются следующие замечания**

1. В диссертационной работе рассмотрены примеры численных экспериментов и сделаны выводы о применимости приближенных решений основного дифференциального уравнения упругого режима фильтрации для укрупненной скважины для различных условий. При этом не ясно обеспечивает ли рекомендованное приближенное решение, полученное эвристическим методом, точность, сопоставимую с результатами расчетов, полученными с применением коммерческих симуляторов (например, tNavigator).

2. В 3-й главе при выборе функции относительных фазовых проницаемостей (ОФП) рассмотрены 7 видов таких функций. Не понятно почему для модификации балансовой прокси-модели газовой залежи выбрана двухпараметрическая степенная функция Кори.

3. Для моделирования дожимной компрессорной станции на электрическом приводе предложено использование математических методов, основанных на использовании нейросетевых алгоритмов. Есть сомнения, что



такая же архитектура нейронной сети будет применима для других типов компрессоров.

Приведенные замечания не снижают научной и практической значимости выполненной работы и полученных автором результатов.

### **Заключение**

Автореферат и публикации соискателя в полной степени отражают основные защищаемые положения и выводы диссертационной работы. Основное содержание работы изложено в 5 опубликованных работах, в том числе, в двух изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

Чудиным Я.С. с соавторами получено два свидетельства о регистрации программы ЭВМ.

Диссертационная работа Чудина Яна Сергеевича на тему «Совершенствование методов гидродинамического прокси-моделирования газовых месторождений и ПХГ» является законченным научным исследованием, имеет научное и прикладное значение для обоснования принимаемых технико-экономических решений в условиях ограниченности исходных геолого-геофизических и промысловых данных.

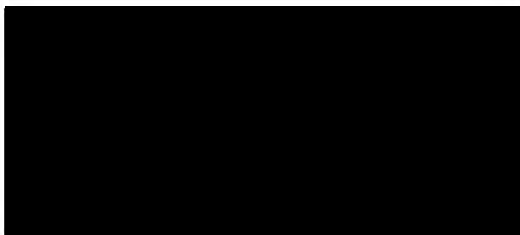
Представленная на рассмотрение диссертационная работа отвечает требованиям ВАК Минобрнауки РФ (пп. 9-11, 13-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Чудин Ян Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.17 - Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв рассмотрены и обсуждены на расширенном заседании кафедры Разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный

исследовательский университет) имени И.М. Губкина». Присутствовало 15 человек, с правом решающего голоса - 13 человек, из них 3 доктора технических наук, 7 кандидатов технических наук.

Результаты голосования: «за» - 13, чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел. Протокол № 1 от «01» сентября 2022 г.

Заведующий кафедрой Разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, доктор технических наук (05.13.01 – Системный анализ, обработка информации и управление (по отраслям)), профессор

 Ермолаев Александр Иосифович

«01» 09 2022 г.

федеральное государственное автономное образовательное учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинский проспект, дом 65, корпус 1.

e-mail: [com@gubkin.ru](mailto:com@gubkin.ru)

Тел. +7 (499) 507-88-88

