

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента

на диссертационную работу Репиной Веры Андреевны

«Вероятностно-статистическое обоснование использования

петрофизических свойств пластов при построении гидродинамических

моделей турнейских и визейских объектов разработки нефтегазовых

месторождений Башкирского свода»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых

месторождений.

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа Репиной В.А. посвящена прогнозированию коэффициента проницаемости пласта при построении трехмерных геолого-гидродинамических моделей нефтегазовых месторождений Башкирского свода. Несмотря на высокую степень освоенности, данный район является значительным по добыче нефти для территории Пермского края. Определение значений коэффициента проницаемости производится по данным лабораторного анализа керна, геофизическим и гидродинамическим исследованиям, отличающимся друг от друга объектами и направленностью исследований. На изучаемой территории далеко не для всех объектов разработки имеется достаточное количество данных по указанным методам, что затрудняет их совместное использование при построении трехмерных фильтрационных моделей. Определение коэффициента проницаемости путем прямых керновых исследований в значительной степени зависит от представительности кернового материала и его количества для отдельного объекта исследования, и может быть затруднено при недостаточном объеме, или невозможно, при полном отсутствии керна. Таким образом, анализ кернового материала для разновозрастных отложений Башкирского свода позволит установить общие закономерности и аналитические зависимости изменения петрофизических свойств пород.

Для территорий с длительной историей добычи нефти и высокой степенью изученности использование зависимостей особенно актуально в связи с большим накопленным объемом экспериментальных исследований керна, геофизических и гидродинамических данных которые могут быть использованы при построении зависимостей для оценки значений

коэффициента проницаемости. Определенные трудности при этом возникают в связи с отсутствием универсальных методик моделирования коэффициента проницаемости в объеме залежи, по совокупности всех имеющихся исследований.

Все вышеперечисленное показывает, что в работе впервые реализована возможность построения статистических моделей прогнозирования коэффициента проницаемости путем построения многомерных регрессионных уравнений линейного вида с использованием не только коэффициента пористости, но и объемной плотности пород. Модели представляют собой систему уравнений для различных диапазонов изучаемых свойств пород, позволяют использовать их при создании трехмерных геолого-гидродинамических моделей, что обеспечивает лучшую сходимость фактических и расчетных данных.

### **Структура и содержание работы**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 119 наименования. Работа изложена на 116 страницах машинописного текста, включает 61 рисунок и 16 таблиц.

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы основные цели и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость и научные положения, выносимые на защиту. Обозначен объект исследования, представлены сведения об апробации и публикации полученных результатов.

В диссертации выполнен аналитический обзор методов определения и оценки коэффициента проницаемости. Проиллюстрирован масштаб определения значений коэффициента проницаемости различными методами в объеме трехмерной гидродинамической модели.

В.А. Репиной разработана методика прогнозирования коэффициента проницаемости, которая предполагает получение статистических моделей в виде многомерных регрессионных уравнений линейного вида. Для расчетов используются петрофизические данные коэффициентов пористости, проницаемости, объемной плотности горной породы.

В работе по данным 17 месторождений Башкирского свода исследовано комплексное влияние коэффициента пористости и объемной плотности породы на коэффициент проницаемости пластов. Отметим, что изучено это влияние для визейских терригенных и турнейских карбонатных

продуктивных отложений. С помощью линейного дискриминантного анализа исходная выборка разделена на классы неколлекторов, коллекторов и «суперколлекторов». Выполненный детальный статистический анализ показал, что для визейских и турнейских отложений объемная плотность породы оказывает существенно влияние на коэффициент проницаемости, что связано с литологическими особенностями данных отложений. Использование объемной плотности при прогнозировании проницаемости позволяет точнее учесть фильтрационные составляющие пластов.

В рамках диссертационного исследования разработанная методика реализована при построении трехмерных геолого-гидродинамических моделей визейского терригенного объекта разработки Гондыревского и турнейского карбонатного объекта Павловского нефтегазовых месторождений Башкирского свода. Автором работы созданы трехмерные фильтрационные модели в двух вариантах. В первом случае при стандартной методике расчета коэффициент проницаемости  $K_{пр}=f(K_{п})$ , во втором случае коэффициента проницаемости рассчитан по построенным многомерным уравнениям регрессии для выделенных классов пород (неколлектор, коллектор и «суперколлектор»). Установлено, что лучшая сходимость фактических и расчетных показателей добычи нефти, при воспроизведении истории разработки изучаемых объектов, получена по авторской методике Репиной В.А. как для терригенных визейских, так и для карбонатных турнейских отложений. Построенные многомерные уравнения регрессии позволяют описывать распределение коэффициента проницаемости в объеме залежи при создании трехмерных моделей визейских терригенных и турнейских карбонатных объектов разработки нефтегазовых месторождений Башкирского свода.

#### **Научная новизна**

Для визейских терригенных и турнейских карбонатных отложений установлено совместное влияние коэффициента пористости и объемной плотности породы на коэффициент проницаемости в различных диапазонах их изменения. Выполнено разделение изучаемой выборки на классы неколлекторов, коллекторов и «суперколлекторов» при помощи линейно-дискриминантного анализа, что позволило построить детальные многомерные уравнения регрессии для прогнозирования коэффициента проницаемости.

### **Практическая значимость**

Диссертационная работа имеет выраженную практическую направленность, поскольку разработанная соискателем методика решает важную практическую задачу – прогнозирование значений коэффициента проницаемости пласта при построении геолого-гидродинамических моделей визейских терригенных и турнейских карбонатных отложений нефтегазовых месторождений Башкирского свода. В результате реализации предложенной методики получена лучшая сходимость фактических и расчетных показателей накопленной добычи нефти на начальном этапе адаптации трехмерных гидродинамических моделей.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Результаты и выводы диссертационной работы целесообразно применять в научно-исследовательских и проектных организациях при выполнении работ по созданию трехмерных геолого-гидродинамических моделей, которые в настоящее время являются обязательным инструментом при проектировании и мониторинге разработки нефтегазовых месторождений.

#### **Замечания**

1. Из диссертации не ясны возможности распространения полученных многомерных уравнений для изучаемых отложений других территорий Пермского края.

2. В тексте диссертации нет пояснения, почему для анализа влияния на коэффициент проницаемости пласта рассматриваются только коэффициент пористости и объемной плотности породы, и не учитываются другие петрофизические характеристики.

3. В ряде случаев, в многомерных уравнениях регрессии для обоснованных классов различных отложений получены низкие значения коэффициентов детерминации. Например, для 1 класса карбонатных турнейских отложений.

Указанные замечания не являются принципиальными и не уменьшают значимость диссертационного исследования.

### Общая оценка выполненной диссертационной работы


Диссертационная работа Репиной В.А. является законченным самостоятельным научным исследованием и соответствует требованиям п. 9-12 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ».

Автореферат и публикации по теме исследования в полной мере отражают содержание диссертации, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Я, Антониади Дмитрий Георгиевич, согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Докт. техн. наук, профессор,  
Директор института нефти, газа и  
энергетики,


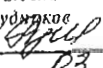
Заведующий кафедрой нефтегазового  
дела им. профессора Г.Т. Вартумяна  
ФГБОУ ВО «КубГТУ»

  
Д.Г. Антониади

26.03.2020

350072, Россия, Краснодарский край, ул. Московская, д. 2 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ»)

Телефон: +7 (988) 240-43-43, ~~e-mail: [info@kubgtu.ru](mailto:info@kubgtu.ru)~~

  
\_\_\_\_\_ уполномоченный  
: отдела  
продуманное  
 Е.Н. Руссу  
D3 20 20 г.