

О Т З Ы В

на автореферат диссертации **КАРСАНИНОЙ МАРИНЫ ВЛАДИМИРОВНЫ**
«Моделирование и реконструкция структуры и свойств пористых сред с помощью корреляционных функций», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа М.В. Карсаниной посвящена методам описания и реконструкции структуры пористых сред. Автором предложен, обоснован и подтвержден экспериментально метод реконструкции структуры пористых сред, основанный на расчете корреляционных функций в ортогональных и диагональных направлениях, без усреднения данных по пространству. Разработанный метод позволяет более точно восстанавливать структуру пористых анизотропных сред, в том числе нефтематеринских пород. Предложенные автором подходы могут быть использованы в области численного моделирования течений в пористых многокомпонентных средах, разработке технологий и реагентов для увеличения нефтеотдачи пластов, созданию технологий разработки сланцевых формаций.

Актуальность работы и востребованность её результатов, в первую очередь, связаны с необходимостью повышения качества численного моделирования физико-химических процессов в многомасштабных анизотропных пористых средах, а также с потребностью индустрии в новых функциональных пористых материалах с заданными физическими свойствами, таких как керамические фильтры и катализаторы.

В первой главе диссертации даны общие определения исследуемых объектов, определены актуальные практические задачи. Приведен обзор методов изучения, описания и реконструкции свойств пористых сред. Обоснован выбор корреляционных функций для решения задачи реконструкции численной модели пористой среды.

Вторая глава посвящена методам изучения пористых сред и алгоритмам численного восстановления структуры пористых сред. Определены корреляционные функции и описана математическая постановка задачи.

В третьей главе изложены результаты сравнения точности стохастических реконструкций, предложены способы повышения точности.

Четвертая глава посвящена вопросам численного моделированию пористых материалов с заданными свойствами. Приведены примеры созданных моделей, которые могут быть использованы в качестве фильтров с заранее заданной проницаемостью и фильтрующей способностью.

В пятой главе показаны примеры практического применения корреляционных функций для описания пористых сред, таких как почвы и образцы пород содержащие кероген. Приведен расчет газопроницаемости объема, заполненного керогеном. Показана возможность применения разработанного метода для численного моделирования фильтрационных процессах в пористых средах с разномасштабной пористостью, в том числе при наличии пор с характерным размером в нанометровом диапазоне. Проведено сравнение расчетной газопроницаемости со значениями полученными экспериментальными методами.

Практическая значимость работы определяется успешным экспериментальным обоснованием разработанных методов на образцах породы баженовской свиты. Применение предложенных автором методов позволит разрабатывать новые и повышать эффективность существующих методов увеличения нефтеотдачи, как для традиционных, так и для трудноизвлекаемых запасов углеводородов.

К наиболее важным **результатам** диссертационной работы относятся следующие:

- показано, что алгоритмы расчетов корреляционных функций в ортогональных и диагональных направлениях без усреднения позволяют работать с анизотропными структурами пористых многокомпонентных сред;

- продемонстрировано создание пористых сред с желаемыми физическими свойствами и контролируемыми структурными характеристиками по аналитически заданным корреляционным функциям;
- предложен способ реконструкции сланцеподобных пород баженовской свиты. По трехмерным реконструкциям керогена была рассчитана газопроницаемость нанопористости этих горных пород.

Результаты, выносимые на защиту, были успешно представлены на девяти международных и одиннадцати всероссийских конференциях. Работы автора также докладывались на различных научных семинарах. Основные положения опубликованы в рецензируемых российских журналах, включая девять публикации в изданиях из официального перечня ВАК.

Замечания. В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. На рисунке 6 приведено сравнение точности методов реконструкции модельных изображений, автор делает вывод, что метод E_x универсально лучше других методов. Анализ точности результатов восстановления по четырем модельным изображениям не позволяет сделать такой однозначный вывод.
2. На стр. 22 автор проводит сравнения значения проницаемости, полученные численным методом и лабораторными измерениями и делает вывод, что для всех трех реконструкций исследуемых образцов, изготовленных из гранул корунда различного размера и формы, результаты численного моделирования отлично соответствуют результатам лабораторных измерений. Следует заметить, что необходимо использовать более строгое определение совпадения численных и экспериментальных исследований.
3. На стр. 26 сформулированы результаты и возможности метода для решения прикладных задач, а также отмечено, применение предложенного метода реконструкции позволяет на порядок ускорить процедуру реконструкции. В автореферате не приведено сравнение скорости восстановления структуры пористых материалов различными методами.

Заключение. На основании автореферата можно сделать вывод, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

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

Заместитель директора Центра добычи углеводородов
Сколковского Института Науки и Технологий,
кандидат технических наук

Черемисин Алексей Николаевич

«21» апрель 2016 года

Подпись Черемисина А.Н. удостоверяю
Менеджер по административным и кадровым вопросам,
АНОО ВПО «Сколковский Институт Науки и Технологий»



Коновалова Людмила Борисовна