

ТЕМЫ МАГИСТЕРСКИХ РАБОТ НА КАФЕДРЕ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

1. Прямые и обратные задачи распространения и дифракции волн.

Процессы распространения акустических, электромагнитных и упругих волн описывают системы уравнений с частными производными вместе с граничными и иными дополнительными условиями. В прямых задачах дифракции задана волна от внешнего источника. Нужно найти поле, возникающее при ее рассеянии на неоднородностях в волноводной структуре. В обратных задачах нужно определить тип неоднородностей и их параметры по отраженному полю. Работа сводится к поиску и проверке эффективности различных методов решения систем дифференциальных, интегральных и некоторых других уравнений.

2. Суперкомпьютерное моделирование волновых процессов.

Решение прямых и обратных задач теории распространения и дифракции акустических, электромагнитных и упругих волн в трехмерном случае требует больших вычислительных ресурсов. Наиболее сложная и интересная часть работы состоит в разработке и отладке параллельных алгоритмов решения систем дифференциальных, интегральных и некоторых других уравнений, описывающих волновые процессы. Планируется практическая работа на суперкомпьютере АПК-1М и на виртуальной машине ДИС КФУ с использованием технологий OpenMP, MPI и CUDA.

3. Алгоритмы решения задач математической физики с использованием графических процессоров.

Рассматриваются трудоемкие задачи математической физики, требующие больших объемов вычислений. Например, прямые и обратные задачи дифракции на трехмерных телах. Цель работы состоит в построении алгоритма для конкретной задачи с учетом архитектуры графических процессоров. Программирование проводится на языке C++/CUDA (обязательное наличие видеокарты NVidia). Большая ставка делается на численную реализацию, применение разделяемой, константной и текстурной памяти для ускорения вычислений.

4. Методы нейронных сетей в задачах математического моделирования.

Для ряда задач невозможно построить модели, имеющие физический смысл. В таких случаях имеет смысл использовать нейронные сети для моделирования. Например, в обратных задачах дифракции при восстановлении электродинамических или упругих параметров можно использовать многослойные перцептроны, в задачах распознавания образов – сверточные сети, в задачах кластеризации – сети Кохонена и т.д. Целью работы является для конкретной задачи подобрать искусственную нейронную сеть, написать программный комплекс на языке C++ или C# для моделирования нейронной сетью. Предполагается использование вычислений на графических процессорах для сетей с большим количеством нейронов.

5. Математические модели и численные методы в теории диэлектрических резонаторов и волноводов.

Задачи о собственных волнах диэлектрических волноводов и собственных колебаниях диэлектрических резонаторов сводятся к нелинейным спектральным задачам для интегральных операторов. Целью работы является разработка, теоретическое и экспериментальное исследование (на основе вычислительных экспериментов) методов решения одной из таких задач. Выполнение работы предполагает программную реализацию рассматриваемых методов в среде MatLab в виде комплекса программ для проведения модельных расчетов.

6. Математическое моделирование процессов адаптации.

Процессы социально-психологической и психофизиологической адаптации формализуются и сводятся к системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача имеет теоретическую и практическую составляющую. При построении модели необходимо учитывать внешние и внутренние факторы, влияющие на процесс адаптации, в частности, взаимодействие субъекта с его окружением. Целью работы является построение модели, анализ ее адекватности и устойчивости, численное решение на языке C# или C++ и визуализация полученных решений.

7. Численное моделирование и визуализация фильтрационных процессов в нефтяных пластах сложной структуры.

Тема предполагает изучение математических и численных моделей двухфазных многокомпонентных фильтрационных течений, возникающих при обычном, полимерном или гидрогелевом вытеснении нефти в пластах сложной структуры, теоретическое исследование таких процессов методом вычислительного эксперимента и подбор оптимальных параметров разработки нефтяных пластов. Для выполнения работы потребуется реализовать в программном комплексе численные методы и визуализацию решений систем нелинейных дифференциальных уравнений для одной из рассматриваемых задач, провести многовариантные модельные расчеты и анализ их результатов.

8. Численное моделирование и визуализация процессов тепло- и массопереноса при движении многофазных потоков в нефтяных скважинах.

Тема предполагает изучение математических и численных моделей термо- и гидродинамических процессов, возникающих при движении трехфазных водонефтегазовых смесей в нефтяных добывающих скважинах, оборудованных многоступенчатыми электронасосами, теоретическое исследование таких процессов методом вычислительного эксперимента и подбор оптимальных параметров эксплуатации механизированного подъемника. Для выполнения работы потребуется реализовать в программном комплексе численные методы и визуализацию решений систем нелинейных дифференциальных уравнений для одной из рассматриваемых задач, провести многовариантные модельные расчеты и анализ их результатов.

9. Численное моделирование и визуализация миграции тяжелых жидких загрязнений в водоносных горизонтах сложного строения.

Тема предполагает изучение математических и численных фильтрационных и фильтрационно-диффузионных моделей миграции тяжелых жидких загрязнений (соленой воды или нефти) в водоносных пластах сложной структуры, теоретическое исследование таких процессов методом вычислительного эксперимента и анализ допустимых концентраций загрязнений на водозаборных скважинах. Для выполнения работы потребуется реализовать в программном комплексе численные методы и визуализацию решений систем нелинейных дифференциальных уравнений для одной из рассматриваемых задач, провести многовариантные модельные расчеты и анализ их результатов.

10. Численные методы решения нелинейных задач математической физики.

Нелинейные уравнения и системы нелинейных уравнений возникают во многих разделах физики. Например, многие модели процессов фильтрации приводят к нелинейной системе уравнений параболического типа. Целью работы является разработка численных методов решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений. В среде MatLab необходимо составить комплекс программ, реализующий данные численные методы, и провести на тестовых задачах серию численных экспериментов, подтверждающих правильность работы программы.

11. Математическое моделирование в медицине.

Рассматриваются задачи моделирования сердечной деятельности, работы иммунной системы и другие, которые сводятся к дифференциальным уравнениям. Целью работы является разработка, теоретическое и экспериментальное исследование (на основе вычислительных экспериментов) методов решения одной из таких задач. Выполнение работы предполагает программную реализацию рассматриваемых методов в среде MatLab в виде комплекса программ для проведения модельных расчетов.