

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Физический факультет
Кафедра математики

Рабочая программа специального курса Решение физических задач на персональных ЭВМ

1. Решение физических задач на персональных ЭВМ

2. Лекторы

Д.Ф.-М.Н. Быков Алексей Александрович, кафедра математики физического факультета МГУ, e-mail abkov@yandex.ru, телефон 8-495-939-10-33

3. Аннотация дисциплины

Специальный курс "Решение физических задач на персональных ЭВМ" предполагает активное изучение заявленной темы слушателями, включающее 1) Лекционную часть, в которой даются основные понятия, формулировки, постановка задачи, теоретические сведения, методика компьютерного моделирования, 2) Самостоятельная теоретическая работа, в ходе которой студент более глубоко и подробно изучает тему по книгам и журнальным публикациям, 3) Самостоятельная практическая работа, в ходе которой студент решает поставленную задачу с помощью ПЭВМ. Самостоятельная работа завершается написанием отчета.

Курс содержит разделы, посвященные всем основным математическим и физическим моделям, представленным в современной компьютерной физике. Особое внимание уделяется моделям, которые наиболее активно разрабатываются на кафедре математики физического факультета МГУ.

4. Цели освоения дисциплины

Владение современными профессиональными знаниями в области компьютерного моделирования физических задач на ПЭВМ и умение их применять для решения практических задач.

5. Задачи дисциплины

Задача специального курса "Решение физических задач на персональных ЭВМ" состоит в том, чтобы обеспечить слушателей набором знаний, умений и навыков, достаточных для постановки задачи, исследования существования, единственности, устойчивости решения, разработки компьютерного алгоритма решения задачи, исследования существования, единственности, устойчивости решения компьютерного алгоритма, создания компьютерного кода, отладка, проверка, верификация, получение результатов, написание отчета.

6. Компетенции дисциплины

6.1. Компетенции, необходимые для освоения дисциплины

ОНК-5, ИК-1, ИК-2, ИК-3, ИК-4, ПК-1

6.2. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-2, ПК-3, ПК-6

7. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

7.1. Знать методику применения математического инструмента для моделирования физических задач на персональных ЭВМ

7.2. Уметь составить физическую модель, математическую модель, численный и/или символьный алгоритм, код для решения задачи. Уметь получить результаты, подтвердить их корректность, написать отчет.

7.3. Владеть основными математическими моделями, применяемыми в современной физике.

8. Содержание и структура дисциплины

8.1. Распределение учебной нагрузки по семестрам

1	2	3	4	5	6
Вид работы	Семестр				Всего
	-	7	8	-	
	акад. час	акад. час	акад. час	акад. час	
Аудиторная работа:	-	32	32	-	64
Лекции, акад. часов:	-	32	32	-	64
Семинары, акад. часов:	-	-	-	-	-
Лабораторные работы, акад. часов:	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа, акад. часов:	-	32	32	-	64
Зачет, акад. часов:	-	8	8	-	16
Общая трудоемкость, акад. часов	-	72	72	-	144
Вид итогового контроля (зачет, с оценкой, экзамен):	-	Зачет	Зачет	-	

8.2. Календарный план курса

1	2	3	4	5	6	7
Номер раздела	Наименование раздела	Трудоемкость (академических часов) и содержание занятий				Формы контроля
		Аудиторная работа		Самостоятельная работа		
		Лекции	Семинары	Лабораторные работы		
		час	час	час	час	
1	Математические инструменты.	2	2	—	2	ДЗ
2	Численный процессор математического инструмента.	2	2	—	2	ДЗ
3	Символьный процессор математического инструмента.	2	2	—	2	ДЗ

4	Символьное и численное решение нелинейного уравнения.	2	2	—	2	ДЗ
5	Метод инвариантного погружения для нелинейного уравнения.	2	2	—	2	ДЗ
6	Метод Галеркина, численное интегрирование	2	2	—	2	ДЗ
7	Метод Галеркина, символьное интегрирование.	2	2	—	2	ДЗ
8	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	2	2	—	2	ДЗ
9	Краевые задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений.	2	2	—	2	ДЗ
10	Метод инвариантного погружения	2	2	—	2	ДЗ
11	Контрастные структуры–1, нестационарные контрастные структуры	2	2	—	2	ДЗ
12	Контрастные структуры–2, квазистационарные контрастные структуры	2	2	—	2	ДЗ
13	Контрастные структуры–3, дифференциальные уравнения с малым параметром.	2	2	—	2	ДЗ
14	Квазилинейное уравнение параболического типа, численное моделирование.	2	2	—	2	ДЗ
15	Квазилинейное и нелинейное уравнение гиперболического типа.	2	2	—	2	ДЗ
16	Линейное уравнение эллиптического типа.	2	2	—	2	ДЗ
17	Квазилинейное и нелинейное уравнение эллиптического типа.	2	2	—	2	ДЗ
18	Неполный метод Галеркина (метод моментов, метод частичной дискретизации) для параболических и гиперболических уравнений.	2	2	—	2	ДЗ
19	Метод Галеркина в электродинамике, двумерные модели.	2	2	—	2	ДЗ
20	Неполный метод Галеркина (метод моментов, метод частичной дискретизации) в электродинамике.	2	2	—	2	ДЗ
21	Обобщенный метод разделения переменных в электродинамике.	2	2	—	2	ДЗ
22	Метод интегральных уравнений в электродинамике.	2	2	—	2	ДЗ
23	Периодические структуры в электродинамике.	2	2	—	2	ДЗ
24	Двумерные периодические структуры в электродинамике.	2	2	—	2	ДЗ
25	Стационарное магнитное и электростатическое поле.	2	2	—	2	ДЗ
26	Метод крупных частиц в физике плазмы.	2	2	—	2	ДЗ
27	Самосогласованный метод крупных частиц.	2	2	—	2	ДЗ
28	Гидродинамика несжимаемой жидкости.	2	2	—	2	ДЗ
29	Магнитная гидродинамика.	2	2	—	2	ДЗ

30	Турбулентное динамо.	2	2	—	2	ДЗ
31	Метод перевала без точек поворота.	2	2	—	2	ДЗ
32	Метод перевала с точками поворота.	2	2	—	2	ДЗ

8.2.1. Понедельный план курса

1. Тема i. Математические инструменты.

Тема учебной недели: Понятие математического инструмента, инсталляция, форматы файлов и данных. Основные математические инструменты. Визуализация функций одной и нескольких переменных.

Раздел математики: Математический анализ.

Класс математических моделей: Плоские и пространственные кривые.

Математическая модель: Соприкасающаяся плоскость, нормаль, бинормаль, эволюта, эвольвента. Символьные и численные методы расчета и визуализации основных элементов плоских и пространственных кривых.

Физическая модель: Анализ движения материальной точки по заданной траектории. Скорость, ускорение.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите в символьной и численной форме и визуализируйте траекторию материальной точки, движущейся по заданной плоской или пространственной кривой с заданной скоростью. Постройте эволюту. Найдите и визуализируйте векторы скорости, ускорения. Найдите точки с нулевой скоростью, нулевым ускорением.

2. Тема ii. Численный процессор математического инструмента.

Тема учебной недели: Численный процессор математического инструмента. Представление и обработка данных, точность, быстродействие.

Раздел математики: Линейная алгебра.

Класс математических моделей: Операции с матрицами в численной форме, собственные векторы и собственные значения квадратной матрицы в численной форме.

Математическая модель: Метод регуляризации.

Физическая модель: Решение обратной задачи восстановления изображения, полученного физическим прибором, при заданной аппаратной функции.

Примерное задание для самостоятельной работы: Решите задачу восстановления одномерного изображения с заданной аппаратной функцией методом регуляризации Тихонова.

3. Тема iii. Символьный процессор математического инструмента.

Тема учебной недели: Понятие о символьных методах. Символьный процессор математического инструмента.

Раздел математики: Линейная алгебра.

Класс математических моделей: Операции с матрицами в символьной форме, собственные векторы и собственные значения в символьной форме.

Математическая модель: Разложение собственных значений и собственных векторов квадратной сингулярно возмущенной матрицы в ряд по дробным степеням малого параметра в символьной форме.

Физическая модель: Исследование собственных колебаний системы с несколькими степенями свободы в критическом случае кратного собственного значения со сложной структурой инвариантного подпространства.

Примерное задание для самостоятельной работы: Постройте разложение в ряд по дробным степеням малого параметра для собственных значений и собственных векторов сингулярно возмущенной квадратной матрицы.

4. Тема iv. Символьное и численное решение нелинейного уравнения.

Тема учебной недели: Символьные и численные методы решения нелинейного уравнения и системы нелинейных уравнений.

Раздел математики: Математический анализ

Класс математических моделей: Нелинейные уравнения и системы нелинейных уравнений.

Математическая модель: Задача Штурма-Лиувилля для дифференциального уравнения второго

порядка с параметром с кусочно-постоянными коэффициентами. Решение методом сшивания парциальных решений на границах областей, в которых возможно получение аналитического решения дифференциального уравнения. Численное решение нелинейного уравнения.

Физическая модель: Расчет собственных волн слоистого волновода методом численного и символьного решения характеристического уравнения.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите фазовую скорость и профиль распределения поля для собственной волны слоистого волновода с кусочно-постоянным заполнением.

5. Тема v. Метод инвариантного погружения для нелинейного уравнения.

Тема учебной недели: Метод инвариантного погружения для решения нелинейного уравнения и системы нелинейных уравнений.

Раздел математики: Математический анализ, Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Класс математических моделей: Нелинейные уравнения и краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений с параметром.

Математическая модель: Элементы теории зависимости решения нелинейного операторного уравнения от параметра. Регулярная зависимость. Сингулярная зависимость. Точки ветвления.

Физическая модель: Расчет собственных волн слоистого волновода методом численного и символьного решения характеристического уравнения.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите фазовую скорость и профиль распределения поля для собственной волны слоистого волновода с кусочно-постоянным заполнением методом инвариантного погружения (т.е. погружения заданной задачи в семейство задач, зависящих от параметра).

6. Тема vi. Метод Галеркина, численное интегрирование

Тема учебной недели: Метод Галеркина для решения краевой задачи для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.

Раздел математики: Численный анализ

Класс математических моделей: Метод Галеркина для решения краевой задачи линейного дифференциального уравнения второго порядка.

Математическая модель: Краевая задача для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с однородными граничными условиями на отрезке. Применение метода Галеркина с использованием численного интегрирования для расчета матричных элементов.

Физическая модель: Расчет вынужденных колебаний слоистого волновода методом Галеркина.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите профиль установившихся колебаний планарного волновода со слоистым заполнением с заданным возбуждением внешними токами при условии, что частота возбуждающего тока не совпадает с собственной частотой.

7. Тема vii. Метод Галеркина, символьное интегрирование.

Тема учебной недели: Метод Галеркина для решения краевой задачи на собственные значения для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.

Раздел математики: Численный анализ

Класс математических моделей: Метод Галеркина для решения краевой задачи и задачи на собственные значения линейного оператора.

Математическая модель: Линейная краевая задача на собственные значения для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с однородными граничными условиями на отрезке. Применение метода Галеркина с использованием символьного интегрирования для расчета матричных элементов. Асимптотическое интегрирование при наличии малого параметра.

Физическая модель: Расчет собственных волн слоистого волновода методом Галеркина.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением.

8. Тема viii. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений

Тема учебной недели: Численное решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

Раздел математики: Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Класс математических моделей: Задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

Математическая модель: Система дифференциальных уравнений, описывающая экстремальную задачу для функционала. Моделирование геодезической линии.

Физическая модель: Исследование собирающих и рассеивающих свойств оптической и гравитационной линзы.

Примерное задание для самостоятельной работы: Постройте семейство траекторий светового луча, распространяющегося в пространстве с заданной метрикой. Найдите точку фокуса гравитационной линзы.

9. Тема ix. Краевые задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема учебной недели: Линейные краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений, метод фундаментальной матрицы.

Раздел математики: Обыкновенные дифференциальные уравнения

Класс математических моделей: Краевые задачи для системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

Математическая модель: Краевая задача для системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с кучочно константными коэффициентами.

Физическая модель: Расчет собственных волн слоистого волновода методом фундаментальной матрицы.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением.

10. Тема x. Метод инвариантного погружения

Тема учебной недели: Метод инвариантного погружения для нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

Раздел математики: Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Класс математических моделей: Системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

Математическая модель: Краевые задачи для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, зависящей от параметра. Дифференцирование решения по параметру.

Физическая модель: Расчет собственных волн слоистого волновода методом гомотопии.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением методом инвариантного погружения.

11. Тема xi. Контрастные структуры–1, нестационарные контрастные структуры

Тема учебной недели: Нестационарные контрастные структуры, класс решений квазилинейных уравнений параболического типа, для которых характерно наличие узких областей с большим градиентом, разделяющих широкие области с малым градиентом.

Раздел математики: Дифференциальные уравнения с частными производными параболического типа.

Класс математических моделей: Задача Коши для квазилинейного уравнения диффузии.

Математическая модель: Численное моделирование нестационарной контрастной структуры методом частичной дискретизации.

Физическая модель: Диффузия в неоднородной среде с нелинейной плотностью источников с размножением и насыщением.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите численное моделирование плотности носителей в среде с диффузией, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние. Используйте метод частичной дискретизации для решения эволюционного уравнения.

12. Тема xii. Контрастные структуры–2, квазистационарные контрастные структуры

Тема учебной недели: Квазистационарные контрастные структуры.

Раздел математики: Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Класс математических моделей: Краевая задача для нелинейного дифференциального уравнения на отрезке.

Математическая модель: Численное моделирование решения типа бегущей волны квазистационарной контрастной структуры методом частичной дискретизации.

Физическая модель: Диффузия в неоднородной среде с нелинейной плотностью источников с размножением и насыщением.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите численное моделирование решения типа бегущей волны концентрации в среде, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние. Используйте метод стрельбы для решения нелинейной краевой задачи на отрезке.

13. Тема xiii. Контрастные структуры–3, дифференциальные уравнения с малым параметром.

Тема учебной недели: Контрастные структуры тонкими внутренними переходными слоями.

Раздел математики: Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Класс математических моделей: Краевая задача для нелинейного дифференциального уравнения на отрезке.

Математическая модель: Аналитическое моделирование решения типа бегущей волны квазистационарной контрастной структуры методом разложения решения в ряд по степеням малого параметра. Расчет функции переходного слоя нулевого порядка в символьной и в численной форме.

Физическая модель: Диффузия в неоднородной среде с нелинейной плотностью источников с размножением и насыщением.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите аналитическое моделирование решения типа бегущей волны концентрации в среде, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние.

14. Тема xiv. Квазилинейное уравнение параболического типа, численное моделирование.

Тема учебной недели: Численное моделирование задачи Коши для квазилинейного уравнения параболического типа методом разностных схем.

Раздел математики: Численный анализ.

Класс математических моделей: Разностные схемы для квазилинейного и нелинейного эволюционного уравнения.

Математическая модель: Задача Коши (начально–краевая задача) для квазилинейного или нелинейного уравнения параболического типа. Моделирование методом разностных схем. Численное решение итерационным методом.

Физическая модель: Нестационарная модель нескольких реагирующих компонент в среде с диффузией, горение и взрыв, химические реакции.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите численное моделирование плотности носителей в среде с диффузией, в которой плотность источников имеет несколько устойчивых состояний, между которыми расположены неустойчивые состояния. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем).

15. Тема xv. Квазилинейное и нелинейное уравнение гиперболического типа.

Тема учебной недели: Численное моделирование задачи Коши для квазилинейного и нелинейного уравнения гиперболического типа методом разностных схем.

Раздел математики: Численный анализ.

Класс математических моделей: Разностные схемы для квазилинейного и нелинейного волнового уравнения.

Математическая модель: Задача Коши (начально–краевая задача) для квазилинейного или нелинейного уравнения гиперболического типа. Моделирование методом разностных схем. Численное решение итерационным методом.

Физическая модель: Распространение волн в нелинейных средах.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите численное моделирование волны, распространяющейся в среде, параметры которой зависят от состояния. Используйте метод полной

дискретизации (разностных схем).

16. Тема хvi. Линейное уравнение эллиптического типа.

Тема учебной недели: Численное моделирование краевой задачи для линейного уравнения эллиптического типа методом разностных схем.

Раздел математики: Численный анализ.

Класс математических моделей: Разностные схемы для линейного уравнения эллиптического типа.

Математическая модель: Краевая задача для линейного уравнения эллиптического типа. Моделирование методом разностных схем. Численное решение блочным методом Гаусса.

Физическая модель: Течение тока в неоднородной среде.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите численное моделирование течения тока и распределения потенциала в неоднородной среде. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем).

17. Тема хvii. Квазилинейное и нелинейное уравнение эллиптического типа.

Тема учебной недели: Численное моделирование краевой задачи для квазилинейного и нелинейного уравнения эллиптического типа методом разностных схем.

Раздел математики: Численный анализ.

Класс математических моделей: Разностные схемы для квазилинейного и нелинейного уравнения эллиптического типа.

Математическая модель: Краевая задача для квазилинейного или нелинейного уравнения эллиптического типа. Моделирование методом разностных схем. Численное решение итерационным методом переменных направлений.

Физическая модель: Течение тока в среде с эффектом Холла.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите численное моделирование течения тока и распределения потенциала в среде с эффектом Холла. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем), итерационное решение нелинейной системы.

18. Тема хviii. Неполный метод Галеркина (метод моментов, метод частичной дискретизации) для параболических и гиперболических уравнений.

Тема учебной недели: Численное и аналитическое моделирование распространения тепла в неоднородной среде. Метод частичной дискретизации.

Раздел математики: Вычислительная физика.

Класс математических моделей: Краевая задача для уравнения параболического и гиперболического типа.

Математическая модель: Краевая задача для уравнения параболического типа с переменными коэффициентами. Краевая задача для уравнения гиперболического типа с переменными коэффициентами.

Физическая модель: Распространение тепла в нелинейной среде с неоднородным заполнением. Распространение волн в нелинейной среде с неоднородным заполнением.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите распределение температуры в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением, при условии что коэффициент теплопроводности зависит от температуры. Используйте метод Галеркина с частичной дискретизацией.

19. Тема хix. Метод Галеркина в электродинамике, двумерные модели.

Тема учебной недели: Численное и аналитическое моделирование двумерной задачи распространения электромагнитных волн в неоднородной среде методом Галеркина.

Раздел математики: Вычислительная электродинамика.

Класс математических моделей: Краевая задача для уравнения эллиптического типа с переменными коэффициентами.

Математическая модель: Краевая задача для неоднородного уравнения Гельмгольца. Краевая задача на собственные значения для однородного уравнения Гельмгольца.

Физическая модель: Распространение электромагнитных волн в волноводе с поперечным сечением в виде ограниченной области с неоднородным заполнением. Собственные электромагнитные колебания ограниченной области с неоднородным диэлектрическим заполнением. Вынужден-

ные внешними токами электромагнитные колебания ограниченной области с неоднородным диэлектрическим заполнением.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите собственные колебания электромагнитного поля в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением методом Галеркина. Найдите фазовую скорость электромагнитной волны в прямоугольном волноводе с неоднородным заполнением методом Галеркина.

20. Тема xx. Неполный метод Галеркина (метод моментов, метод частичной дискретизации) в электродинамике.

Тема учебной недели: Численное и аналитическое моделирование распространения электромагнитных волн в неоднородной среде. Метод частичной дискретизации.

Раздел математики: Вычислительная электродинамика.

Класс математических моделей: Краевая задача для уравнения эллиптического типа с переменными коэффициентами.

Математическая модель: Краевая задача для неоднородного уравнения Гельмгольца. Краевая задача на собственные значения для однородного уравнения Гельмгольца.

Физическая модель: Распространение электромагнитных волн в волноводе с поперечным сечением в виде ограниченной области с неоднородным заполнением. Собственные электромагнитные колебания ограниченной области с неоднородным диэлектрическим заполнением. Вынужденные внешними токами электромагнитные колебания ограниченной области с неоднородным диэлектрическим заполнением.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите собственные колебания электромагнитного поля в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением методом Галеркина с частичной дискретизацией. Найдите фазовую скорость электромагнитной волны в прямоугольном волноводе с неоднородным заполнением методом Галеркина с частичной дискретизацией.

21. Тема xxі. Обобщенный метод разделения переменных в электродинамике.

Тема учебной недели: Численное и аналитическое моделирование распространения электромагнитных волн в неоднородной среде с проводящими поверхностями сложной формы.

Раздел математики: Вычислительная электродинамика.

Класс математических моделей: Обобщенный метод разделения переменных.

Математическая модель: Краевая задача для неоднородного уравнения Гельмгольца в области сложной формы. Краевая задача на собственные значения для однородного уравнения Гельмгольца в области сложной формы. Краевая задача на собственные значения для уравнения Гельмгольца в нескольких областях сложной формы с условиями сопряжения на границах.

Физическая модель: Рассеяние электромагнитных волн в волноводе с поперечным сечением в виде ограниченной области с неоднородным заполнением с границами сложной формы.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите амплитуды рассеянных волн электромагнитного поля в прямоугольном волноводе с идеально проводящим препятствием. Используйте Обобщенный метод разделения переменных.

22. Тема xxіі. Метод интегральных уравнений в электродинамике.

Тема учебной недели: Расчет рассеяния плоской волны на проводящем или прозрачном объекте сложной формы методом интегральных уравнений.

Раздел математики: Численный анализ.

Класс математических моделей: Уравнение Гельмгольца в ограниченной или в неограниченной области.

Математическая модель: Метод интегральных уравнений для решения краевых задач для уравнения Гельмгольца и его векторных обобщений в ограниченной или неограниченной области сложной формы. Уравнение Гельмгольца в нескольких областях сложной формы с условиями спивания на границах.

Физическая модель: Рассеяние электромагнитной волны на проводящем или прозрачном теле.

Примерное задание для самостоятельной работы: Решите двумерную задачу рассеяния плоской электромагнитной волны на идеально проводящем теле в форме эллипса. Используйте метод интегральных уравнений.

23. Тема xxiii. Периодические структуры в электродинамике.

Тема учебной недели: Рассеяние плоской волны на периодической решетке.

Раздел математики: Численный анализ.

Класс математических моделей: Краевая задача для уравнений Максвелла.

Математическая модель: Уравнение Гельмгольца в пространственно периодической среде.

Физическая модель: Исследование рассеяния плоской электромагнитной волны на периодической структуре проводящих или прозрачных тел.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите рассеянное поле в задаче падения плоской волны на периодическую границу раздела двух сред с различными показателями преломления.

24. Тема xxiv. Двумерные периодические структуры в электродинамике.

Тема учебной недели: Собственные волны в дважды-периодической структуре.

Раздел математики: Численный анализ.

Класс математических моделей: Краевая задача для уравнений Максвелла.

Математическая модель: Уравнение Гельмгольца в двумерной пространственно периодической среде.

Физическая модель: Исследование рассеяния плоской электромагнитной волны на двумерной периодической структуре проводящих или прозрачных тел.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите рассеянное поле в задаче падения плоской волны на дважды периодическую границу раздела двух сред с различными показателями преломления.

25. Тема xxv. Стационарное магнитное и электростатическое поле.

Тема учебной недели: Расчет потенциальных и соленоидальных полей в области с заданной плотностью источников.

Раздел математики: ММФ.

Класс математических моделей: Уравнения эллиптического типа с области сложной формы.

Математическая модель: Уравнение Пуассона в координатной области с заданными граничными условиями.

Физическая модель: Расчет магнитного и электростатического полей, создаваемых заданными зарядами и токами.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите электростатическое поле в области сложной формы с заданной плотностью зарядов и с заданным потенциалом на границе. Найдите магнитостатическое поле в прямоугольной области с заданной плотностью токов и с заданным тангенциальным полем на границе для (а) аксиальной, (б) полоидальной геометрии.

26. Тема xxvi. Метод крупных частиц в физике плазмы.

Тема учебной недели: Метод крупных частиц в физике плазмы.

Раздел математики: Вычислительная физика плазмы.

Класс математических моделей: Решение задачи Коши для уравнения Больцмана.

Математическая модель: Задача Коши для стационарного уравнения Больцмана.

Физическая модель: Расчет плотности частиц в магнитосфере Земли с заданным внешним магнитным полем.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите плотность ионов в заданном внешнем магнитном поле с заданной плотностью источников на границе области.

27. Тема xxvii. Самосогласованный метод крупных частиц.

Тема учебной недели: Метод крупных частиц в физике плазмы, самосогласованная модель.

Раздел математики: Вычислительная физика плазмы.

Класс математических моделей: Решение задачи Коши для уравнения Больцмана с учетом самосогласованного магнитного поля.

Математическая модель: Задача Коши для стационарного уравнения Больцмана.

Физическая модель: Расчет плотности частиц в плазменном эксперименте с самосогласованным магнитным полем.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите плотность ионов в саморасогласованном магнитном поле с заданной плотностью источников на границе области.

28. Тема xxviii. Гидродинамика несжимаемой жидкости.

Тема учебной недели: Стационарное течение несжимаемой жидкости.

Раздел математики: Механика жидкости и газа.

Класс математических моделей: Стационарное течение несжимаемой жидкости.

Математическая модель: Уравнения Эйлера и Навье-Стокса.

Физическая модель: Движение идеальной жидкости.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите расчет течения несжимаемой жидкости в заданной области простой формы.

29. Тема xxix. Магнитная гидродинамика.

Тема учебной недели: Расчет МГД течения.

Раздел математики: МГД.

Класс математических моделей: Полная система уравнений нерелятивистской магнитной гидродинамики проводящей жидкости.

Математическая модель: Полная система уравнений нерелятивистской магнитной гидродинамики проводящей жидкости в области простейшей формы.

Физическая модель: Полная система уравнений нерелятивистской магнитной гидродинамики проводящей жидкости в области простейшей формы.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите расчет МГД течения в простейшем случае.

30. Тема xxx. Турбулентное динамо.

Тема учебной недели: Динамо в турбулентной среде. Солнечное динамо.

Раздел математики: Магнитная гидродинамика.

Класс математических моделей: Генерация магнитного поля в турбулентной проводящей среде.

Математическая модель: Турбулентное динамо.

Физическая модель: Генерация магнитного поля на Солнце. Крупномасштабное магнитное поле Солнца. Модель Паркера.

Примерное задание для самостоятельной работы: Проведите расчет солнечного динамо в рамках модели Паркера.

31. Тема xxxi. Метод перевала без точек поворота.

Тема учебной недели: Расчет собственных колебаний невырожденной волноведущей системы с гладкими коэффициентами методом перевала.

Раздел математики: Асимптотические методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

Класс математических моделей: Решение дифференциальных уравнений с гладкими коэффициентами без точек поворота асимптотическими методами.

Математическая модель: Собственные колебания плавнослоистой структуры без сингулярных точек.

Физическая модель: Собственные колебания Солнца (g -моды) без сингулярных точек.

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите собственные колебания системы с малым параметром без сингулярных точек.

32. Тема xxxii. Метод перевала с точками поворота.

Тема учебной недели: Расчет волны в среде с гладкими коэффициентами методом перевала.

Раздел математики: Асимптотические методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

Класс математических моделей: Решение дифференциальных уравнений с гладкими коэффициентами с точками поворота асимптотическими методами.

Математическая модель: Собственные колебания плавнослоистой структуры с точкой поворота.

Физическая модель: Собственные электромагнитные колебания в ионосфере при наличии сингулярных точек (точек поворота).

Примерное задание для самостоятельной работы: Найдите собственные колебания системы с малым параметром с двумя сингулярными точками.

9. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

9.1. Дисциплина является Дисциплиной профиля (обязательная).

9.2. Вариативная часть, профессиональный блок, дисциплина профиля (обязательная).

9.3. Курс является теоретическим базисом к специальному физическому практикуму и неразрывно связан с дисциплинами "Физика конденсированного состояния вещества", "Элек-тронная сканирующая и просвечивающая микроскопия", "Методы элементного анализа твердых тел".

9.3.1. Дисциплины и практики, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины. "Математический анализ", "Молекулярная физика", "Электромагнетизм", "Оптика", "Введение в квантовую физику", "Электродинамика", "Общий физический практикум".

9.3.2. Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее. Данная дисциплина предусмотрена в 8-ом семестре, ее освоение необходимо для научно-исследовательской работы, курсовой работы, дипломной работы.

10. Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования. Студентам предлагаются темы для докладов и презентаций с последующей дискуссией и обсуждением сделанного доклада.

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

11.1. Текущая аттестация

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки - посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к лекциям, выполнение докладов.

11.2. Примеры тем предлагаемых докладов:

1. Соприкасающаяся плоскость, нормаль, бинормаль, эволюта, эвольвента. Символьные и численные методы расчета и визуализации основных элементов плоских и пространственных кривых.

2. Метод регуляризации.

3. Разложение собственных значений и собственных векторов квадратной сингулярно возмущенной матрицы в ряд по дробным степеням малого параметра в символьной форме.

4. Задача Штурма-Лиувилля для дифференциального уравнения второго порядка с параметром с кусочно-постоянными коэффициентами. Решение методом спивания парциальных решений на границах областей, в которых возможно получение аналитического решения дифференциального уравнения. Численное решение нелинейного уравнения.

5. Элементы теории зависимости решения нелинейного операторного уравнения от параметра. Регулярная зависимость. Сингулярная зависимость. Точки ветвления.

6. Краевая задача для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго

порядка с однородными граничными условиями на отрезке. Применение метода Галеркина с использованием численного интегрирования для расчета матричных элементов.

7. Линейная краевая задача на собственные значения для линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с однородными граничными условиями на отрезке. Применение метода Галеркина с использованием символьного интегрирования для расчета матричных элементов. Асимптотическое интегрирование при наличии малого параметра.

8. Система дифференциальных уравнений, описывающая экстремальную задачу для функционала. Моделирование геодезической линии.

9. Краевая задача для системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с кучочно константными коэффициентами.

10. Краевые задачи для системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, зависящей от параметра. Дифференцирование решения по параметру.

11. Численное моделирование нестационарной контрастной структуры методом частичной дискретизации.

12. Численное моделирование решения типа бегущей волны квазистационарной контрастной структуры методом частичной дискретизации.

13. Аналитическое моделирование решения типа бегущей волны квазистационарной контрастной структуры методом разложения решения в ряд по степеням малого параметра. Расчет функции переходного слоя нулевого порядка в символьной и в численной форме.

14. Задача Копи (начально–краевая задача) для квазилинейного или нелинейного уравнения параболического типа. Моделирование методом разностных схем. Численное решение итерационным методом.

15. Задача Копи (начально–краевая задача) для квазилинейного или нелинейного уравнения гиперболического типа. Моделирование методом разностных схем. Численное решение итерационным методом.

16. Краевая задача для линейного уравнения эллиптического типа. Моделирование методом разностных схем. Численное решение блочным методом Гаусса.

17. Краевая задача для квазилинейного или нелинейного уравнения эллиптического типа. Моделирование методом разностных схем. Численное решение итерационным методом переменных направлений.

18. Краевая задача для уравнения параболического типа с переменными коэффициентами. Краевая задача для уравнения гиперболического типа с переменными коэффициентами.

19. Краевая задача для неоднородного уравнения Гельмгольца. Краевая задача на собственные значения для однородного уравнения Гельмгольца.

20. Краевая задача для неоднородного уравнения Гельмгольца. Краевая задача на собственные значения для однородного уравнения Гельмгольца.

21. Краевая задача для неоднородного уравнения Гельмгольца в области сложной формы. Краевая задача на собственные значения для однородного уравнения Гельмгольца в области сложной формы. Краевая задача на собственные значения для уравнения Гельмгольца в нескольких областях сложной формы с условиями сопряжения на границах.

22. Метод интегральных уравнений для решения краевых задач для уравнения Гельмгольца и его векторных обобщений в ограниченной или неограниченной области сложной формы. Уравнение Гельмгольца в нескольких областях сложной формы с условиями спивания на границах.

23. Уравнение Гельмгольца в пространственно периодической среде.

24. Уравнение Гельмгольца в двумерной пространственно периодической среде.

25. Уравнение Пуассона в координатной области с заданными граничными условиями.
26. Задача Коши для стационарного уравнения Больцмана.
27. Задача Коши для стационарного уравнения Больцмана.
28. Уравнения Эйлера и Навье-Стокса.
29. Полная система уравнений нерелятивистской магнитной гидродинамики проводящей жидкости в области простейшей формы.
30. Турбулентное динамо.
31. Собственные колебания плавнослоистой структуры без сингулярных точек.
32. Собственные колебания плавнослоистой структуры с точкой поворота.

11.3. Примеры заданий для самостоятельной работы:

1. Найдите в символьной и численной форме и визуализируйте траекторию материальной точки, движущейся по заданной плоской или пространственной кривой с заданной скоростью. Постройте эволюту. Найдите и визуализируйте векторы скорости, ускорения. Найдите точки с нулевой скоростью, нулевым ускорением.
2. Решите задачу восстановления одномерного изображения с заданной аппаратной функцией методом регуляризации Тихонова.
3. Постройте разложение в ряд по дробным степеням малого параметра для собственных значений и собственных векторов сингулярно возмущенной квадратной матрицы.
4. Найдите фазовую скорость и профиль распределения поля для собственной волны слоистого волновода с кусочно-постоянным заполнением.
5. Найдите фазовую скорость и профиль распределения поля для собственной волны слоистого волновода с кусочно-постоянным заполнением методом инвариантного погружения (т.е. погружения заданной задачи в семейство задач, зависящих от параметра).
6. Найдите профиль установившихся колебаний планарного волновода со слоистым заполнением с заданным возбуждением внешними токами при условии, что частота возбуждающего тока не совпадает с собственной частотой.
7. Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением.
8. Постройте семейство траекторий светового луча, распространяющегося в пространстве с заданной метрикой. Найдите точку фокуса гравитационной линзы.
9. Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением.
10. Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением методом инвариантного погружения.
11. Проведите численное моделирование плотности носителей в среде с диффузией, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние. Используйте метод частичной дискретизации для решения эволюционного уравнения.
12. Проведите численное моделирование решения типа бегущей волны концентрации в среде, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние. Используйте метод стрельбы для решения нелинейной краевой задачи на отрезке.
13. Проведите аналитическое моделирование решения типа бегущей волны концентрации

в среде, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние.

14. Проведите численное моделирование плотности носителей в среде с диффузией, в которой плотность источников имеет несколько устойчивых состояний, между которыми расположены неустойчивые состояния. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем).

15. Проведите численное моделирование волны, распространяющейся в среде, параметры которой зависят от состояния. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем).

16. Проведите численное моделирование течения тока и распределения потенциала в неоднородной среде. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем).

17. Проведите численное моделирование течения тока и распределения потенциала в среде с эффектом Холла. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем), итерационное решение нелинейной системы.

18. Найдите распределение температуры в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением, при условии что коэффициент теплопроводности зависит от температуры. Используйте метод Галеркина с частичной дискретизацией.

19. Найдите собственные колебания электромагнитного поля в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением методом Галеркина. Найдите фазовую скорость электромагнитной волны в прямоугольном волноводе с неоднородным заполнением методом Галеркина.

20. Найдите собственные колебания электромагнитного поля в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением методом Галеркина с частичной дискретизацией. Найдите фазовую скорость электромагнитной волны в прямоугольном волноводе с неоднородным заполнением методом Галеркина с частичной дискретизацией.

21. Найдите амплитуды рассеянных волн электромагнитного поля в прямоугольном волноводе с идеально проводящим препятствием. Используйте Обобщенный метод разделения переменных.

22. Решите двумерную задачу рассеяния плоской электромагнитной волны на идеально проводящем теле в форме эллипса. Используйте метод интегральных уравнений.

23. Найдите рассеянное поле в задаче падения плоской волны на периодическую границу раздела двух сред с различными показателями преломления.

24. Найдите рассеянное поле в задаче падения плоской волны на дважды периодическую границу раздела двух сред с различными показателями преломления.

25. Найдите электростатическое поле в области сложной формы с заданной плотностью зарядов и с заданным потенциалом на границе. Найдите магнитостатическое поле в прямоугольной области с заданной плотностью токов и с заданным тангенциальным полем на границе для (а) аксиальной, (б) полоидальной геометрии.

26. Найдите плотность ионов в заданном внешнем магнитном поле с заданной плотностью источников на границе области.

27. Найдите плотность ионов в саморегулирующемся магнитном поле с заданной плотностью источников на границе области.

28. Проведите расчет течения несжимаемой жидкости в заданной области простой формы.

29. Проведите расчет МГД течения в простейшем случае.

30. Проведите расчет солнечного динамо в рамках модели Паркера.

31. Найдите собственные колебания системы с малым параметром без сингулярных точек.

32. Найдите собственные колебания системы с малым параметром с двумя сингулярными

точками.

11.4. Промежуточная аттестация

11.4.1. Промежуточная аттестация проводится на 9 неделе в форме контрольной работы с оценкой. Критерии формирования оценки - уровень знаний пройденной части курса.

11.4.2. Список контрольных вопросов:

1. Математические инструменты.
2. Численный процессор математического инструмента.
3. Символьный процессор математического инструмента.
4. Символьное и численное решение нелинейного уравнения.
5. Метод инвариантного погружения для нелинейного уравнения.
6. Метод Галеркина, численное интегрирование
7. Метод Галеркина, символьное интегрирование.
8. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений
9. Краевые задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений.
10. Метод инвариантного погружения
11. Контрастные структуры-1, нестационарные контрастные структуры
12. Контрастные структуры-2, квазистационарные контрастные структуры
13. Контрастные структуры-3, дифференциальные уравнения с малым параметром.
14. Квазилинейное уравнение параболического типа, численное моделирование.
15. Квазилинейное и нелинейное уравнение гиперболического типа.
16. Линейное уравнение эллиптического типа.
17. Квазилинейное и нелинейное уравнение эллиптического типа.
18. Неполный метод Галеркина (метод моментов, метод частичной дискретизации) для параболических и гиперболических уравнений.
19. Метод Галеркина в электродинамике, двумерные модели.
20. Неполный метод Галеркина (метод моментов, метод частичной дискретизации) в электродинамике.
21. Обобщенный метод разделения переменных в электродинамике.
22. Метод интегральных уравнений в электродинамике.
23. Периодические структуры в электродинамике.
24. Двумерные периодические структуры в электродинамике.
25. Стационарное магнитное и электростатическое поле.
26. Метод крупных частиц в физике плазмы.
27. Самосогласованный метод крупных частиц.
28. Гидродинамика несжимаемой жидкости.
29. Магнитная гидродинамика.
30. Турбулентное динамо.
31. Метод перевала без точек поворота.

32. Метод перевала с точками поворота.

11.5. Итоговая аттестация зачет.

11.5.1. Перечень вопросов к зачету:

1. Примерное задание к зачету по теме Математические инструменты. Найдите в символьной и численной форме и визуализируйте траекторию материальной точки, движущейся по заданной плоской или пространственной кривой с заданной скоростью. Постройте эволюту. Найдите и визуализируйте векторы скорости, ускорения. Найдите точки с нулевой скоростью, нулевым ускорением.

2. Примерное задание к зачету по теме Численный процессор математического инструмента. Решите задачу восстановления одномерного изображения с заданной аппаратной функцией методом регуляризации Тихонова.

3. Примерное задание к зачету по теме Символьный процессор математического инструмента. Постройте разложение в ряд по дробным степеням малого параметра для собственных значений и собственных векторов сингулярно возмущенной квадратной матрицы.

4. Примерное задание к зачету по теме Символьное и численное решение нелинейного уравнения. Найдите фазовую скорость и профиль распределения поля для собственной волны слоистого волновода с кусочно-постоянным заполнением.

5. Примерное задание к зачету по теме Метод инвариантного погружения для нелинейного уравнения. Найдите фазовую скорость и профиль распределения поля для собственной волны слоистого волновода с кусочно-постоянным заполнением методом инвариантного погружения (т.е. погружения заданной задачи в семейство задач, зависящих от параметра).

6. Примерное задание к зачету по теме Метод Галеркина, численное интегрирование Найдите профиль установившихся колебаний планарного волновода со слоистым заполнением с заданным возбуждением внешними токами при условии, что частота возбуждающего тока не совпадает с собственной частотой.

7. Примерное задание к зачету по теме Метод Галеркина, символьное интегрирование. Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением.

8. Примерное задание к зачету по теме Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений Постройте семейство траекторий светового луча, распространяющегося в пространстве с заданной метрикой. Найдите точку фокуса гравитационной линзы.

9. Примерное задание к зачету по теме Краевые задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением.

10. Примерное задание к зачету по теме Метод инвариантного погружения Найдите фазовую скорость и профиль направляемой моды планарного волновода со слоистым заполнением методом инвариантного погружения.

11. Примерное задание к зачету по теме Контрастные структуры-1, нестационарные контрастные структуры Проведите численное моделирование плотности носителей в среде с диффузией, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние. Используйте метод частичной дискретизации для решения эволюционного уравнения.

12. Примерное задание к зачету по теме Контрастные структуры-2, квазистационарные контрастные структуры Проведите численное моделирование решения типа бегущей волны концентрации в среде, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние. Используйте метод стрельбы для решения нелинейной краевой задачи на отрезке.

13. Примерное задание к зачету по теме Контрастные структуры-3, дифференциальные уравнения с малым параметром. Проведите аналитическое моделирование решения типа бегущей волны концентрации в среде, в которой плотность источников имеет два устойчивых состояния, между которыми расположено неустойчивое состояние.

14. Примерное задание к зачету по теме Квазилинейное уравнение параболического типа, численное моделирование. Проведите численное моделирование плотности носителей в среде с диффузией, в которой плотность источников имеет несколько устойчивых состояний, между которыми расположены неустойчивые состояния. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем).

15. Примерное задание к зачету по теме Квазилинейное и нелинейное уравнение гиперболического типа. Проведите численное моделирование волны, распространяющейся в среде, параметры которой зависят от состояния. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем).

16. Примерное задание к зачету по теме Линейное уравнение эллиптического типа. Проведите численное моделирование течения тока и распределения потенциала в неоднородной среде. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем).

17. Примерное задание к зачету по теме Квазилинейное и нелинейное уравнение эллиптического типа. Проведите численное моделирование течения тока и распределения потенциала в среде с эффектом Холла. Используйте метод полной дискретизации (разностных схем); итерационное решение нелинейной системы.

18. Примерное задание к зачету по теме Неполный метод Галеркина (метод моментов, метод частичной дискретизации) для параболических и гиперболических уравнений. Найдите распределение температуры в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением, при условии что коэффициент теплопроводности зависит от температуры. Используйте метод Галеркина с частичной дискретизацией.

19. Примерное задание к зачету по теме Метод Галеркина в электродинамике, двумерные модели. Найдите собственные колебания электромагнитного поля в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением методом Галеркина. Найдите фазовую скорость электромагнитной волны в прямоугольном волноводе с неоднородным заполнением методом Галеркина.

20. Примерное задание к зачету по теме Неполный метод Галеркина (метод моментов, метод частичной дискретизации) в электродинамике. Найдите собственные колебания электромагнитного поля в прямоугольной (круговой) области с неоднородным заполнением методом Галеркина с частичной дискретизацией. Найдите фазовую скорость электромагнитной волны в прямоугольном волноводе с неоднородным заполнением методом Галеркина с частичной дискретизацией.

21. Примерное задание к зачету по теме Обобщенный метод разделения переменных в электродинамике. Найдите амплитуды рассеянных волн электромагнитного поля в прямоугольном волноводе с идеально проводящим препятствием. Используйте Обобщенный метод разделения переменных.

22. Примерное задание к зачету по теме Метод интегральных уравнений в электродинамике. Решите двумерную задачу рассеяния плоской электромагнитной волны на идеально проводящем теле в форме эллипса. Используйте метод интегральных уравнений.

23. Примерное задание к зачету по теме Периодические структуры в электродинамике. Найдите рассеянное поле в задаче падения плоской волны на периодическую границу раздела двух сред с различными показателями преломления.

24. Примерное задание к зачету по теме Двумерные периодические структуры в электродинамике. Найдите рассеянное поле в задаче падения плоской волны на дважды периодическую границу раздела двух сред с различными показателями преломления.

25. Примерное задание к зачету по теме Стационарное магнитное и электростатическое поле.

Найдите электростатическое поле в области сложной формы с заданной плотностью зарядов и с заданным потенциалом на границе. Найдите магнитостатическое поле в прямоугольной области с заданной плотностью токов и с заданным тангенциальным полем на границе для (а) аксиальной, (б) полоидальной геометрии.

26. Примерное задание к зачету по теме Метод крупных частиц в физике плазмы. Найдите плотность ионов в заданном внешнем магнитном поле с заданной плотностью источников на границе области.

27. Примерное задание к зачету по теме Самосогласованный метод крупных частиц. Найдите плотность ионов в самосогласованном магнитном поле с заданной плотностью источников на границе области.

28. Примерное задание к зачету по теме Гидродинамика несжимаемой жидкости. Проведите расчет течения несжимаемой жидкости в заданной области простой формы.

29. Примерное задание к зачету по теме Магнитная гидродинамика. Проведите расчет МГД течения в простейшем случае.

30. Примерное задание к зачету по теме Турбулентное динамо. Проведите расчет солнечного динамо в рамках модели Паркера.

31. Примерное задание к зачету по теме Метод перевала без точек поворота. Найдите собственные колебания системы с малым параметром без сингулярных точек.

32. Примерное задание к зачету по теме Метод перевала с точками поворота. Найдите собственные колебания системы с малым параметром с двумя сингулярными точками.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

12.1. Ресурсы интернет

nanobanano.yandex.ru, boombook.yandex.ru,

12.2. Основная литература

Список литературы

- [1] Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике Части 1, 2. М.: Мир, 1990. – 350 с.
- [2] Федоренко Р.И. Введение в вычислительную физику. 2изд., Интеллект, 2008. -504с.
- [3] Тихонов А.Н., Гончарский А.В., Степанов В.В., Ягола А.Г. Численные методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1990. - 232 с.
- [4] Федорюк М.В. Асимптотические методы для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1983. - 352 с.
- [5] Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений. М.: Высшая школа, 1990.

12.3. Дополнительная литература

Список литературы

- [1] Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические разложения решений сингулярно возмущенных уравнений. М.: Наука, 1973.
- [2] Васильева А.Б., Бутузов В.Ф., Нефедов Н.Н. Контрастные структуры в сингулярно возмущенных задачах. // Фундаментальная и прикладная математика, 1998. Т.4. № 3. С.799-851.
- [3] Файф П., Гринли В. Внутренние переходные слои для эллиптических краевых задач с малым параметром // Успехи мат. наук. 1974. Т. 29. N 4. С. 103-131.
- [4] Angermann L. (ed.). Numerical Simulations - Applications, Examples and Theory. India, InTech, 2011. - 530 p.
- [5] Arfken G.B., Weber H.J. Mathematical Methods for Physicists. 6th ed. - Elsevier Publishing Company, 2005. - 1200 pages.
- [6] Arfken G.B., Weber H.J., Harris F.F. Mathematical Methods for Physicists. A Comprehensive Guide. 7-th edition, Elsevier, 2013. - p.1205
- [7] DeVries Paul L. A First Course in Computational Physics. John Wiley and Sons, 1994, 424 pp.
- [8] Enns R.H., McGuire G.C. Nonlinear Physics with Mathematica for Scientists and Engineers. Birkhauser, Boston, Berlin, 2001, 725 pp.
- [9] Ferrario M., Ciccotti G., Binder K. Computer Simulations in Condensed Matter: From Materials to Chemical Biology. Volume 1. Springer-Verlag Berlin, 2006, 711 pgs.
- [10] Ferrario M., Ciccotti G., Binder K. Computer Simulations in Condensed Matter: From Materials to Chemical Biology. Volume 2. Springer-Verlag Berlin, 2006, Pages: 599.
- [11] Feynman R.P. Feynman lectures on computation. Edited by A.J.G. Hey and R.W. Allen, Addison-Wesley Publishing, New York, 1996, 318 pp.
- [12] Finlayson B.A. Numerical Methods for Problems with Moving Fronts. Ravenna Park Publishing, Seattle, Washington, 1992, 612 pp.
- [13] Giordano N.J., Nakanishi H. Computational Physics. 2nd Edition. - Pearson Education, 2006. - 544 p.
- [14] Gould H., Tobochnik J., Christian W. An introduction to computer simulation methods (3rd edition). Addison-Wesley, 2006, 796 pages.
- [15] C.A.J. Fletcher, Computational Galerkin methods, Springer (1984).
- [16] G.I. Marchuk, Methods of numerical mathematics, Springer (1982)
- [17] Зельдович Я.Б., Рузмайкин А.А., Соколов Д.Д. Магнитные поля в астрофизике, Ин-т хаотич. динам., М.-Ижевск, 2006.

13. Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п.5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки "Физика". Курс может быть прочитан в любой аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.