

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Васильевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:42
Уникальный программный ключ:
04c19ed86fb981566c677a486b9a678868522525



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики
Фонд оценочных средств по дисциплине «Вычислительная физика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Вычислительная физика**

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика

Направленность (профиль)
Физика

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Челябинск, 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Вычислительная физика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 2

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Вычислительная физика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Физика

Дисциплина: Вычислительная физика

Семестр изучения: 8

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: балльно-рейтинговой система.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Вычислительная физика» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен применять специализированные знания, полученные в области физических наук, при проведении научно-исследовательских разработок	ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физических наук; о способах планирования и организации исследований; ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам; ПК-1.3. Имеет практический опыт	<u>Знать:</u> Для достижения ПК-1.1: базовые модели теоретической физики как системы уравнений математической физики, основные понятия теории конечно-разностных схем, методы составления схем и исследования их свойств; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: использовать математический аппарат для аналитического решения модельных задач математической физики и практического использования численных методов; строить математические модели теоретической физики как системы уравнений математической физики, составлять конечно-разностные схемы и исследовать их свойства,



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Вычислительная физика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		(навыки) в области физических наук: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.	писать и тестировать программы для реализации конечно-разностных методов; <u>Владеть:</u> Для достижения ПК-1.3: методами и навыком решения конкретных физических задач математической физики с помощью конечно-разностных методов; написания программ для реализации конечно-разностных методов, способами тестирования и верификации численных методов
--	--	--	---

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименован ие оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	ПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ПК-1.1: базовые модели теоретической физики как системы уравнений математической физики, основные понятия теории конечно-разностных схем, методы составления схем и исследования их свойств; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: использовать математический аппарат для аналитического решения модельных задач	Уравнения в частных производных Конечно-разностная аппроксимация Уравнения параболического типа Уравнения гиперболического типа Уравнения эллиптического типа	Отчеты о выполнении лабораторных работ, выступления с докладом	Вопросы к экзамену



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Вычислительная физика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

математической физики и практического использования численных методов; строить математические модели теоретической физики как системы уравнений математической физики, составлять конечно-разностные схемы и исследовать их свойства, писать и тестировать программы для реализации конечно-разностных методов; <u>Владеть:</u> Для достижения ПК-1.3: методами и навыком решения конкретных физических задач математической физики с помощью конечно-разностных методов; написания программ для реализации конечно-разностных методов, способами тестирования и верификации численных методов	Моделирование магнитогазодинамических (МГД) процессов	
	Методы расщепления	

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля) «Вычислительная физика».

3.2 Содержание оценочных средств

Темы лабораторных работ

1. Неявные схемы для уравнения диффузии. Метод прогонки.
2. Численное решение параболических уравнений
 - 2.1. Изучить устойчивость, сходимостъ и порядок аппроксимации метода Кранка-Николсона. Реализовать численный алгоритм решения одномерного нелинейного уравнения теплопроводности указанным методом. Протестировать алгоритм на задачах с известным аналитическим решением. Численно решить данным методом задачу о температурной волне, распространяющейся с постоянной скоростью.
 - 2.2. Изучить устойчивость, сходимостъ и порядок аппроксимации метода Дюфора-Франкеля. Реализовать численный алгоритм решения одномерного уравнения теплопроводности указанным методом. Протестировать алгоритм на задачах с известным аналитическим решением. Численно решить данным методом задачу об эволюции радиального распределения температуры в планете Земля. Считать, что



солнечная энергия распределяется равномерно по поверхности Земли, Земля представляет собой ядро с постоянной температурой 5000 градусов по Цельсию и радиусом 500 км, окруженное однородным слоем базальта с начальной температурой 0 С; Земля излучает как абсолютно черное тело.

3. Численное решение гиперболических уравнений

3.1. Изучить устойчивость, сходимостъ и порядок аппроксимации консервативного метода Лакса. Реализовать численный алгоритм решения одномерного уравнения адвекции указанным методом. Протестировать алгоритм на задачах с известным аналитическим решением. Численно решить данным методом задачу о распространении плоской звуковой волны в атмосфере Земли, в направлении против вектора ускорения силы тяжести. Атмосферу считать изотермической и находящейся в гидростатическом равновесии.

3.2. Изучить устойчивость, сходимостъ и порядок аппроксимации консервативного метода Лакса-Вендроффа. Реализовать численный алгоритм решения одномерного уравнения адвекции указанным методом. Протестировать алгоритм на задачах с известным аналитическим решением. Численно решить данным методом задачу о распространении альвеновской волны в короне Солнца.

Темы докладов

1. Устойчивость и сходимостъ схемы Кранка-Николсона
2. Порядок аппроксимации схемы Кранка-Николсона
3. Устойчивость и сходимостъ схемы Дюфора-Франкеля
4. Порядок аппроксимации схемы Дюфора-Франкеля
5. Устойчивость и сходимостъ схемы Лакса
6. Порядок аппроксимации схемы Лакса
7. Устойчивость и сходимостъ схемы Лакса-Вендроффа
8. Порядок аппроксимации схемы Лакса-Вендроффа
9. Метод дискретных возмущений
10. Метод дифференциального приближения
11. Использование специальных функций для численного решения уравнения Пуассона

Вопросы к экзамену

1. Классификация уравнений в частных производных*.
2. Система линейных уравнений гиперболического типа.
3. Нелинейные гиперболические системы.
4. Дискретизация*.
5. Аппроксимация производных*.
6. Интегро-интерполяционный метод*.
7. Согласованность, сходимостъ и устойчивостъ*.
8. Консервативные разностные схемы*.
9. Свойство транспортности.
10. Метод дискретных возмущений.
11. Спектральный метод*.
12. Метод дифференциального приближения.



13. Типы конечно-разностных ошибок*.
14. Уравнение диффузии и его свойства*.
15. Явная и неявная схемы для уравнения диффузии*.
16. Схема повышенного порядка точности для уравнения диффузии.
17. Схемы для уравнения с переменным коэффициентом диффузии.
18. Особенности моделирования диффузии в цилиндрической или сферической геометрии.
19. Моделирование многомерной диффузии.
20. Примеры основных схем расщепления для многомерных задач диффузии.
21. Схемы установления для уравнения Пуассона*.
22. Проблема выбора оптимального итерационного параметра в схемах установления.
23. Схемы установления с переменными шагами.
24. Метод быстрого преобразования Фурье.
25. Использование специальных функций для численного решения уравнения Пуассона.
26. Явление адвекции и его свойства*.
27. Сравнение классических схем для уравнения адвекции.
28. Монотонные и положительные схемы для уравнения адвекции.
29. Схемы с коррекцией потоков (FCT).
30. Классификация схем для уравнений гиперболического типа по способу описания решения.
31. Метод искусственной вязкости*.
32. Метод Лакса-Вендроффа*.
33. Метод характеристик.
34. Метод Годунова*.
35. Схемы, основанные на процедуре приближенного решения задачи Римана.
36. Схема Роу.
37. Построение эволюционных (энтропийных) поправок.
38. Схемы с неувеличением полной вариации (TVD).
39. Способы построения повышающих поправок.
40. Разностные схемы на лагранжевой сетке.
41. Схемы расщепления.
42. Факторизованное расщепление.
43. Основные способы расщепления комплексных многомерных задач.
44. Аппроксимация граничных условий*.
45. Интегрированные адаптивные сетки.
46. Иерархические адаптивные сетки.
47. Уравнения магнитной гидродинамики и их особенности.
48. Основные разностные схемы для уравнений МГД.
49. Схема Роу для уравнений МГД.
50. Использование векторного потенциала для реализации условия бездивергентности магнитного поля.
51. Восьмиволновой метод.
52. Метод принудительного переноса (СТ).

Звездочкой отмечены вопросы «теоретического минимума».



4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация состоит в начислении рейтинговых баллов каждому студенту за посещение лекционных и лабораторных занятий, выступление с докладом и отчеты о лабораторных работах.

Рейтинговые баллы начисляются в соответствии со следующей системой.

1. Посещение лекционных и лабораторных занятий: 9 баллов при условии 100% посещаемости.
2. Отчет о выполнении лабораторной работы № 1: 0-20 баллов в зависимости от того, сдан отчет к установленному сроку или нет. Срок сдачи отчета: 6 неделя теоретического обучения в семестре.
 - a. 20 баллов – отчет сдан к установленному сроку;
 - b. 16 баллов – отчет сдан после установленного срока;
 - c. 0 баллов – отчет не сдан.
3. Отчет о выполнении лабораторной работы № 2 или 3: 0-31 баллов в зависимости от того, сдан отчет к установленному сроку или нет. Срок сдачи отчета: последняя неделя теоретического обучения в семестре.
 - a. 31 балл – отчет сдан к установленному сроку;
 - b. 25 баллов – отчет сдан после установленного срока;
 - c. 0 баллов – отчет не сдан.
4. Выступление с докладом в рамках лабораторного занятия: 0-30 баллов в зависимости от того, сделан доклад к установленному сроку или нет. Срок выступления с докладом: последняя неделя теоретического обучения в семестре.
 - a. 30 баллов – доклад сделан к установленному сроку, имеется презентация, студент уверенно отвечает на вопросы преподавателя;
 - b. 25 баллов – доклад сделан к установленному сроку, имеется презентация, студент затрудняется отвечать на вопросы преподавателя;
 - c. 20 баллов – доклад сделан после установленного срока, имеется презентация, студент отвечает на вопросы преподавателя;
 - d. 15 баллов – доклад сделан после установленного срока, имеется презентация, студент затрудняется отвечать на вопросы преподавателя;
 - e. 0 баллов – доклад не сделан.
5. Конспект лекций и докладов студентов: 0-10 баллов в зависимости от объема конспекта.
 - a. 10 баллов – имеется конспект 100% лекций;
 - b. 8 баллов – имеется конспект 80% лекций;
 - c. 0 баллов – имеется конспект менее 80% лекций.

Лабораторная работа 1 выполняется индивидуально каждым студентом. Лабораторные работы 2 и 3 выполняются группами по 3 студента. Каждой группе студентов



предлагается выполнить одну из лабораторных работ 2 и 3 на выбор преподавателя. Отчет о лабораторной работе №1 подразумевает демонстрацию преподавателю работающей программы, в которой реализован метод прогонки, и умение объяснить суть метода. По результатам лабораторных работ № 2 или 3 предоставляется письменный отчет. В отчете должен быть явно и четко отражен вклад каждого члена коллектива.

План отчета о лабораторной работе №2 или 3

- 1) Введение. Краткое описание работы.
- 2) Постановка задачи: физическая модель, основные уравнения, начальные и граничные условия, геометрия и симметрия задачи, выбор системы координат, расчетная область, вид уравнений в соответствующих координатах.
- 3) Метод расчета: расчетная сетка, тип сетки, нумерация ячеек, обозначения для сеточных величин, разностная схема, порядок аппроксимации построенной схемы, условие устойчивости построенной схемы, алгоритм решения разностной задачи
- 4) Программная реализация: платформа, среда разработки и язык программирования; основные переменные, процедуры, объекты; формат ввода и вывода данных.
- 5) Результаты расчетов. Описание тестовых задач. Анализ решения поставленной задачи. (Профили рассчитываемых величин представляются в графическом виде на рисунках)
- 6) Заключение. Краткое описание проделанной работы. Выводы.
- 7) Список литературы.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

По результатам текущей аттестации автоматически выставляется оценка «удовлетворительно» за 50-69 баллов, «хорошо» за 70-90 баллов, «отлично» за 91-100 баллов. Студенты, набравшие по показателям текущей аттестации 41-74 балла, обязаны сдавать экзамен. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. За ответ по экзаменационному билету студент получает до 25 баллов. Итоговая оценка выставляется по набранной общей сумме баллов за текущую аттестацию и экзамен. За ответ на экзаменационный билет студент получает 25 баллов, если он демонстрирует отличное знание материала как лекционных занятий, так и тем, выносимых на самостоятельное обучение, ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения. Студент получает 20 баллов, если он твердо знает учебно-программный материал и грамотно излагает его, но при этом допускает негрубые ошибки при выводе формул или приводит неполные выкладки. За ответ на экзамене начисляется 15 баллов, если студент знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на базовый вопрос и дает определения основным понятиям, соотношениям (без вывода), поясняет физический смысл величин из других вопросов билета.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Вычислительная физика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1

стр. 10

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Критерии оценивания теоретических вопросов экзамена:

Характеристики ответа	Уровень освоения проверяемых компетенций
Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, задача полностью решена, студент правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки.	высокий
Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул и решении задачи или отсутствие некоторых элементов вывода.	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин по другим вопросам билета.	базовый
Не может ответить на вопрос базового уровня	недостаточный

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Вычислительная физика», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения, умеет использовать математический аппарат для аналитического решения модельных задач математической физики и практического использования численных методов, строить математические модели теоретической физики как системы уравнений математической физики, составлять конечно-разностные схемы и исследовать их свойства, писать программы для реализации конечно-разностных схем.
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Вычислительная физика»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач математической физики с помощью конечно-разностных методов и владеть навыками решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Вычислительная физика» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»
направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа – 1	стр. 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по дисциплине «Вычислительная физика»;

4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно:
студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Вычислительная физика»; не владеет навыками решения базовых задач по дисциплине «Вычислительная физика».

