

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:15:36
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6cb77a48009a078808322523



МИНОБРАЗОВАНИЯ 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 «Методы математической физики» по направлению подготовки
(специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) Физико-химия
процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Методы математической физики**

Направление подготовки (специальность)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль)
Материаловедение и технологии материалов

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 «Методы математической физики» по направлению подготовки
(специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) Физико-химия
процессов и материалов 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 «Методы математической физики» по направлению подготовки
(специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) Физико-химия
процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 3	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль): Физико-химия процессов и материалов

Дисциплина: Методы современной математической физики

Семестр: 3

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках 5-балльной системы с использованием балльно-рейтинговой системы.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Методы современной математической физики» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.1. Использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов; ОПК-1.2. использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности; ОПК-1.3. использует основные экспериментальные методы определения физико-химических свойств материалов и изделий из них.	<u>Знать</u> : Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, методы и модели математической физики; <u>Уметь</u> : Для достижения ОПК-1.2: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов; находить решения: общие для основных типов дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка, задач Коши для уравнений параболического и гиперболического типов, смешанных задач для



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 «Методы математической физики» по направлению подготовки
(специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) Физико-химия
процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 4	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

			уравнений параболического и гиперболического типов в ограниченных областях, внешних и внутренних краевых задач для уравнений эллиптического типа; уметь доказывать изучаемые теоремы; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: навыками использования математического аппарата для решения физических задач и быть способным перевести конкретную прикладную задачу на язык дифференциальных уравнений с частными производными или интегральных уравнений и определить пути ее решения
--	--	--	---

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименовани е оценочного средства на промежуточн ой аттестации/№ задания
1.	ОПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, методы и модели математической физики; <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: использовать математический аппарат для освоения	Приведение к каноническому виду	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	вопросы к зачету, задача
		Решение задачи Коши для волнового уравнения. Формула	задачи к практическим занятиям;	вопросы к зачету, задача



<p>теоретических основ и практического использования физических методов; находить решения: общие для основных типов дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка, задач Коши для уравнений параболического и гиперболического типов, смешанных задач для уравнений параболического и гиперболического типов в ограниченных областях, внешних и внутренних краевых задач для уравнений эллиптического типа; уметь доказывать изучаемые теоремы; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: навыками использования математического аппарата для решения физических задач и быть способным перевести конкретную прикладную задачу на язык дифференциальных уравнений с частными производными или интегральных уравнений и определить пути ее решения</p>	Даламбера и Пуассона	контрольная работа	
	Метод разделения переменных в уравнениях гиперболического типа	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	вопросы к зачету, задача
	Метод разделения переменных в уравнениях параболического типа	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	вопросы к зачету, задача
	Метод разделения переменных в уравнениях эллиптического типа	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	вопросы к зачету, задача
	Функция Грина оператора Лапласа	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	вопросы к зачету, задача

3.2 Содержание оценочных средств

Примеры заданий контрольных работ и заданий

Тема 1. Приведение к каноническому виду.

1.1 Привести уравнение к каноническому виду:

$$u_{xx} - u_{yy} + 2(a+b)u_x + 2(b-a)u_y = 0$$

1.2 Привести уравнение к каноническому виду:

$$2u_{xx} + u_{xy} - u_{yy} + 3(2a+b)u_x + 3(b-a)u_y = 0$$

1.3 Привести уравнение к каноническому виду:

$$2u_{xx} - u_{yx} - u_{yy} + 3(a+2b)u_x + 3(b-a)u_y = 0$$

1.4 Привести уравнение к каноническому виду:



$$9u_{xx} - u_{yy} + 18(a+b)u_x + 6(b-a)u_y = 0$$

1.5 Привести уравнение к каноническому виду:

$$6u_{xx} + u_{yx} - u_{yy} + 3(5a+2b)u_x + 5(b-a)u_y = 0$$

Тема 2. Общее решение уравнения

Найти общее решение уравнения

2.1 $u_{xx} - a^2u_{yy} = 0$.

2.2 $u_{xy} + 2axu_y = 0$.

2.3 $u_{xy} + 2byu_x = 0$.

2.4 $u_{xy} + au_y = 0$.

2.5 $u_{xy} + bu_x = 0$.

Тема 3. Решение задачи Коши для волнового уравнения. Формула Даламбера и Пуассона

Решить задачу Коши для волнового уравнения.

$$u_{tt} - u_{xx} = 0,$$

3.1 $u|_{t=0} = x^2,$

$$u_t|_{t=0} = 4x.$$

$$u_{tt} - 4u_{xx} = 0,$$

3.2 $u|_{t=0} = x^2,$

$$u_t|_{t=0} = x.$$

$$u_{tt} - a^2u_{xx} = 0,$$

3.3 $u|_{t=0} = \sin(x),$

$$u_t|_{t=0} = 0.$$

$$u_{tt} - u_{xx} = 0,$$

3.4 $u|_{t=0} = \sin(x),$

$$u_t|_{t=0} = \cos(x).$$



$$u_{tt} - a^2 u_{xx} = \sin(kx),$$

$$3.5 \quad u|_{t=0} = 0,$$

$$u_t|_{t=0} = 0.$$

$$u_{tt} - a^2 u_{xx} = \cos(\omega t),$$

$$3.6 \quad u|_{t=0} = 0,$$

$$u_t|_{t=0} = 0.$$

$$u_{tt} - \Delta u = 0,$$

$$3.7 \quad u|_{t=0} = x^2,$$

$$u_t|_{t=0} = \sin(y).$$

Тема 4. Решение уравнений гиперболического типа методом Фурье.

Решить смешанную задачу для волнового уравнения:

$$u_{tt} - u_{xx} = 0,$$

$$u|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=a} = 0.$$

$$4.1 \quad u|_{t=0} = \sin \frac{\pi x}{a},$$

$$u_t|_{t=0} = \sin \frac{2\pi x}{a}.$$

$$u_{tt} - u_{xx} = 0,$$

$$u|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=a} = 0.$$

$$4.2 \quad u|_{t=0} = \sin \frac{\pi x}{a} + \sin \frac{3\pi x}{a},$$

$$u_t|_{t=0} = 0.$$



Версия документа - 1	стр. 8	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

$$u_{tt} - u_{xx} = 0,$$

$$u|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=a} = 0.$$

$$4.3 \quad u|_{t=0} = 2 \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi x}{a},$$

$$u_t|_{t=0} = 0.$$

$$u_{tt} - u_{xx} = 0,$$

$$u|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=a} = at.$$

$$4.4 \quad u|_{t=0} = \sin \frac{\pi x}{a},$$

$$u_t|_{t=0} = x.$$

$$u_{tt} - u_{xx} = 0,$$

$$u|_{x=0} = 0, \quad u_x|_{x=a} = 0.$$

$$4.5 \quad u|_{t=0} = \sin \frac{\pi x}{2a},$$

$$u_t|_{t=0} = \sin \frac{3\pi x}{2a}.$$

Тема 5. Решение уравнений параболического типа методом Фурье

Решить смешанную задачу для уравнения теплопроводности

$$u_t - u_{xx} = 0,$$

$$5.1 \quad u|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=a} = 0.$$

$$u|_{t=0} = \sin \frac{\pi nx}{a}.$$

$$u_t - u_{xx} = 0,$$

$$5.2 \quad u|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=a} = 0.$$

$$u|_{t=0} = 2 \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi x}{a}.$$



$$u_t - u_{xx} = x,$$

$$5.3 \quad u|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=a} = at.$$

$$u|_{t=0} = \sin \frac{\pi x}{a}.$$

$$u_t - u_{xx} = 0,$$

$$5.4 \quad u|_{x=0} = 0, \quad u_x|_{x=a} = 0,$$

$$u|_{t=0} = \sin \frac{3\pi x}{2a}.$$

$$u_t - u_{xx} = 0,$$

$$5.5 \quad u|_{x=0} = 0, \quad u_x|_{x=a} = 0.$$

$$u|_{t=0} = 2 \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi x}{2a}.$$

Тема 6. Метод разделения переменных в уравнениях эллиптического типа.

Решить краевую задачу для уравнения Лапласа внутри круга $r < R$

$$\Delta u = 0,$$

$$6.1 \quad u|_{r=R} = \sin(\varphi).$$

$$\Delta u = 0,$$

$$6.2 \quad u|_{r=R} = \cos(\varphi).$$

$$\Delta u = 0,$$

$$6.3 \quad u|_{r=R} = \sin(n\varphi).$$

$$\Delta u = 0,$$

$$6.4 \quad u|_{r=R} = \sin(\varphi) \sin(2\varphi).$$

$$\Delta u = 0, \quad \Delta u = 0,$$

$$6.5 \quad u|_{r=R} = \cos^2(\varphi). \quad u|_{r=R} = \sin^2(\varphi).$$



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 «Методы математической физики» по направлению подготовки
(специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) Физико-химия
процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Вопросы к зачету

1. Приведение к каноническому виду в точке и классификация линейных уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка по двум независимым переменным.
2. Уравнение колебаний струны. Решение уравнения колебаний струны методом характеристик. Решение Даламбера и его физический смысл. Формула Даламбера.
3. Обобщенное решение задачи Коши для волнового уравнения.
4. Метод усреднения. Формула Пуассона, ее исследование.
5. Метод спуска. Физический смысл формул Пуассона.
6. Единственность решения задачи Коши для волнового уравнения.
7. Корректность постановки задачи Коши. Пример Адамара.
8. Смешанная задача для уравнения колебаний струны. Метод разделения переменных, его обоснование. Обобщенные решения краевой задачи.
9. Вывод уравнения теплопроводности. Дополнительные условия.
10. Принцип максимума. Теорема о единственности решения смешанной задачи. Единственность решения задачи Коши.
11. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона, его свойства, физический смысл. Распространение тепла на плоскости и в пространстве.
12. Уравнение Лапласа. Гармонические функции. Задачи Дирихле, Неймана.
13. Принцип максимума для гармонических функций. Единственность решения задачи Дирихле и непрерывная зависимость его от граничных условий.
14. Фундаментальные решения уравнения Лапласа. Функция Грина задачи Дирихле. Формула Грина. Симметричность функции Грина.
15. Решение задачи Дирихле с помощью функции Грина для полуплоскости, полупространства, круга и шара. Соответствующие внешние задачи.
16. Метод разделения переменных для решения задачи Дирихле. Сравнение с методом Фурье для задачи в Дирихле в круге.

Перечень индивидуальных заданий

Задание 1. Канонический вид уравнений математической физики

Привести уравнение к каноническому виду в каждой из областей, где его тип сохраняется.

1. $u_{xx} + xu_{yy} - y^3 u_x = 0$
2. $u_{xx} + yu_{yy} - x^3 u_y = 0$
3. $u_{xx} + yu_{yy} + \frac{1}{2}u_y = 0$
4. $yu_{xx} + xu_{yy} + y^2 u_x = 0$
5. $xu_{xx} + yu_{yy} - x^2 u_x + x^2 u_y = 0$



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 «Методы математической физики» по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) Физико-химия процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Задания к практическим занятиям студенты выполняют в течение семестра на практических занятиях и в форме самостоятельной работы.

Также в течение семестра студент выполняет одну контрольную и 4 индивидуальных задания. В п.4.2 приведена балльно-рейтинговая оценка всех мероприятий, проводимых в течение семестра. Для получения зачета необходимо набрать более 60 баллов. Если в течение семестра студент зарабатывает требуемое количество баллов, зачет он получает «автоматом». В противном случае, недостающее количество баллов студент зарабатывает на зачете. Критерии оценивания зачетных мероприятий приведены в п. 4.2.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Начисляемые баллы за выполнение плановых заданий

№ п/п	Перечень контрольных мероприятий	Максимальный рейтинговый балл
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1.	Посещение лекционных занятий	10
2.	Посещение практических занятий	9
3.	Отчет по индивидуальным заданиям	36
4.	Контрольная работа	15
5.	Билет (зачет)	30
	ИТОГО	100

Критерии оценивания отчета по индивидуальным заданиям:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно и с пояснениями решено все задание, сдано задание вовремя	9	высокий
Правильно и с пояснениями решено все задание, сдано задание не вовремя	7-8	средний
Задание решено, но есть незначительные ошибки	4-6	
Задание решено частично	1-3	базовый
Задание не решено	0	недостаточный

Также в течение семестра проводится одна **контрольная работа** по разделам



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 «Методы математической физики» по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) Физико-химия процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 15	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № ____
----------------------	---------	------------------------	--------------

«Уравнения гиперболического типа», «Уравнения параболического типа», «Уравнения эллиптического типа». На контрольной работе студенту предлагается решить 3 задачи.

Критерии оценивания контрольной работы:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно и с пояснениями решены три задачи	15	высокий
Решены три задачи, но есть ошибки	11-14	средний
Правильно и с пояснениями решены две задачи	10	
Решены две задачи, но есть ошибки	6-9	базовый
Правильно решена одна задача	5	
Частично решена одна задача	0	недостаточный

Таким образом, за работу в семестре студент может получить максимум 70 баллов.

Зачет проходит в письменно-устной форме и представляет собой ответ на 2 вопроса билета. Максимальный балл за ответы по билету – 30 баллов.

Критерии оценивания теоретических вопросов:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения. Возможны несущественные ошибки.	20-30	высокий
Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул.	10-19	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин.	5-9	базовый
Не может ответить на вопрос базового уровня	0	недостаточный

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Критерии оценивания:

0-60 баллов – не зачтено;

61-100 баллов - зачтено.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе



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 «Методы математической физики» по направлению подготовки
(специальности) 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленности (профилю) Физико-химия
процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом, 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;
2. Средний уровень соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач;
4. Низкий уровень соответствует оценке не зачтено: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом; не владеет навыками решения базовых задач по данной дисциплине.

**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, направленность (профиль)
«Физико-химия процессов и материалов», ФОС по дисциплине «Методы
математической физики», 2025 год набора, очная форма обучения**

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе утверждено 24.02.25 А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 06 от 20.02.2025

Председатель Ученого совета
физического факультета

согласовано

М.А. Загребин

Заседанием кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания № 05 от 30.01.2025

Заведующий кафедрой

согласовано

А. Е. Майер

Автор (составитель)

В.С. Суров

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13»
апреля 2021 г. № 247-1**