

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.09.2025 12:17:42  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a8788b8522529



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 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика 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)  
24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль)  
Баллистика и гидроаэродинамика

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 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика 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 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль): Баллистика и гидроаэродинамика

Дисциплина: Методы математической физики

Семестр: 5

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках 5-балльной системы.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Методы 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 применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать теорию и основные законы в области естественнонаучных и общеинженерных дисциплин. ОПК-1.2. Уметь применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	<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,



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 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
 гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

			<p>смешанных задач для уравнений параболического и гиперболического типов в ограниченных областях, внешних и внутренних краевых задач для уравнений эллиптического типа; уметь доказывать изучаемые теоремы;</p> <p><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>
--	--	--	---

### 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	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1.	<p><b>ОПК-1</b></p> <p><u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, методы и модели математической физики;</p> <p><u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов; находить решения:</p>	Приведение к каноническому виду	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	вопросы к экзамену, задача
		Общее решение уравнения	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	вопросы к экзамену, задача
		Решение задачи	задачи к	вопросы к





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

## 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  $r < R$

$$\Delta u = 0,$$

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

$$\Delta u = 0,$$

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

$$\Delta u = 0,$$

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

$$\Delta u = 0,$$

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

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

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

### 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 «Методы математической физики»  
по направлению подготовки 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

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. Метод Фурье для неоднородного уравнения колебаний струны. Общая первая краевая задача. Единственность решения смешанной задачи для волнового уравнения, непрерывная зависимость от начальных условий.
10. Вывод уравнения теплопроводности. Дополнительные условия.
11. Принцип максимума. Теорема о единственности решения смешанной задачи. Единственность решения задачи Коши.
12. Решение смешанной задачи для уравнения теплопроводности методом Фурье. Обоснование метода.
13. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона, его свойства, физический смысл. Распространение тепла на плоскости и в пространстве.
14. Уравнение Лапласа. Гармонические функции. Задачи Дирихле, Неймана.
15. Принцип максимума для гармонических функций. Единственность решения задачи Дирихле и непрерывная зависимость его от граничных условий.
16. Фундаментальные решения уравнения Лапласа. Функция Грина задачи Дирихле. Формула Грина. Симметричность функции Грина.
17. Решение задачи Дирихле с помощью функции Грина для полуплоскости, полупространства, круга и шара. Соответствующие внешние задачи.
18. Метод разделения переменных для решения задачи Дирихле. Сравнение с методом Фурье для задачи в Дирихле в круге.
19. Теоремы о свойствах гармонических функций. Теоремы о среднем, о равномерной сходимости последовательности гармонических функций. Неравенство Гарнака. Теорема Лиувилля, усиленный принцип максимума, теорема об устранимой особенности.
20. Внешняя задача Дирихле. Плоский и трехмерный случаи. Теорема об устранимой особенности в трехмерном случае.
21. Вторая краевая задача. Необходимое условие существования решения. Сведение к задаче Дирихле.
22. Теория потенциала. Потенциалы простого и двойного слоя. Логарифмический потенциал. Разрыв потенциала двойного слоя. Решение задачи Дирихле с помощью потенциалов.

#### **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**



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 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

#### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Время подготовки к ответу на вопросы билета – 60 минут.



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 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 12	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

#### 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Критерии оценивания экзаменационных вопросов:

Характеристики ответа	Оценка	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.	отлично	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.	хорошо	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.	удовлетворительно	базовый
Не может ответить на вопрос базового уровня	неудовлетворительно	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 «Методы математической физики», 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 хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики



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 24.03.03 «Баллистика и гидроаэродинамика» направленности (профилю) Баллистика и  
гидроаэродинамика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 13	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

«Методы математической физики»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по математической физике;

3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:  
предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по математической физике;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно:  
студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Методы математической физики»; не владеет навыками решения базовых задач по математической физике.

