

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.09.2025 12:08:38  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bb9813bbcb77a48bb9a8788bb322523



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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» направленности Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)  
Дополнительные главы вычислительной физики**

Направление подготовки (специальность)  
03.04.02 Физика

Направленность (профиль)  
Медицинская физика

Присваиваемая квалификация (степень)  
Магистр

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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика» направленности Медицинская 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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика» направленности Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Медицинская физика

Дисциплина: Дополнительные главы вычислительной физики

Семестр: 2

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках зачет/незачет с использованием балльно-рейтинговой системы.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Дополнительные главы вычислительной 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
ПК-1	Способен проводить научно-исследовательскую работу в области медицинской физики	ПК-1.1. Демонстрирует знание основных теоретических положений и методов в области медицинской физики; ПК-1.2. Демонстрирует умения сбора и анализа информации по тематике проводимых научных исследований в области медицинской физики; ПК-1.3. Имеет практический опыт установления новых фактов и закономерностей в области медицинской физики.	<u>Знать</u> : Для достижения ПК-1.1: основные теоретические положения и методы вычислительной физики; <u>Уметь</u> : Для достижения ПК-1.2: записывать уравнения для конкретных физических процессов и решать их численно; <u>Владеть</u> : Для достижения ПК-1.3: навыками постановки и решения задач научных исследований в области теоретической и математической физики
ПК-2	Способность ставить научные задачи в области медицинской физики и решать их с	ПК-2.1. Обладает знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте эксплуатации и технического	<u>Знать</u> : Для достижения ПК-2.1: об основных применениях численных методов в физике; основные уравнения и численные схемы; методы



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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика» направленности Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта	обслуживания электронного оборудования; ПК-2.2. Демонстрирует умение ставить научные задачи в области медицинской физики и решать их с использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта; ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) проведения научно-исследовательских работ, опираясь на использование современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта.	и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-2.2: самостоятельно ставить и решать конкретные задачи научных исследований в области теоретической и математической физики с помощью современных методов и средств теоретических исследований; <u>Владеть:</u> Для достижения ПК-2.3: навыками использования численных методов для решения физических задач
---	---	---

### 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.	ПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ПК-1.1: основные теоретические положения и методы вычислительной физики; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-1.2: записывать уравнения для конкретных физических процессов и решать их	Свойства матриц	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Методы работы с матрицами	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Задача на собственные значения	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Обобщенная задача на собственные значения	контрольная работа	Контрольная работа. 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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика» направленности Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 5	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

	численно; <u>Владеть:</u> Для достижения ПК-1.3: навыками постановки и решения задач научных исследований в области теоретической и математической физики	Решение систем линейных уравнений	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Интерполяция, аппроксимация, интегрирование	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
2.	ПК-2 <u>Знать:</u> Для достижения ПК-2.1: об основных применениях численных методов в физике; основные уравнения и численные схемы; методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований; <u>Уметь:</u> Для достижения ПК-2.2: самостоятельно ставить и решать конкретные задачи научных исследований в области теоретической и математической физики с помощью современных методов и средств теоретических исследований; <u>Владеть:</u> Для достижения ПК-2.3: навыками использования численных методов для решения физических задач	Свойства матриц	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Методы работы с матрицами	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Задача на собственные значения	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Обобщенная задача на собственные значения	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Решение систем линейных уравнений	контрольная работа	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.
		Интерполяция, аппроксимация, интегрирование	контрольная работа	Контрольная работа. 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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика» направленности Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 3.2 Содержание оценочных средств

### Пример варианта контрольной работы

1. Написать алгоритм  $Lx=b$ ,  $Rx=b$ ,  $Qx=b$ .
2. Доказать  $A+A$  – симметричная.
3.  $A$  – матрица  $10 \times 5$ . Какая размерность а)  $A+A$ , б)  $AA^+$ .
4. Найти произведение матриц поворота  $OX*OY*OZ$ .

### Вопросы к зачету

1. Задачи, приводящие к алгебраической проблеме. Интерполяция. Аппроксимация. Интегрирование. Дифференцирование. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Уравнения в частных производных. Интегральные уравнения.
2. Эрмитовы и симметричные матрицы.
3. Унитарные и конгруэнтные преобразования.
4. Норма. Понятие нормы вектора и матрицы.
5. Норма. Виды нормы. Свойства нормы.
6. Ортогональные матрицы. Перестановки. Отражения.
7. Ортогональные матрицы. Плоские вращения. Вращения Якоби. Вращения Гивенса.
8. Разложение матрицы на множители. QR - разложение. Ортогонализация Грама-Шмидта.
9. Разложение матрицы на множители. QR - разложение. Метод Хаусхолдера.
10. Разложение матрицы на множители. LR и LDU - разложение. Алгоритм Гаусса.
11. Разложение матрицы на множители.  $LL^+$  - разложение. Разложение Холецкого.
12. Трехдиагональные матрицы. Свойства.
13. Приведение к трехдиагональной матрице. Метод Хаусхолдера.
14. Приведение к трехдиагональной матрице. Плоские вращения.
15. Задача на собственные значения. Постановка задачи. Свойства собственных пар.
16. Задача на собственные значения. Инерция матрицы.
17. Задача на собственные значения. Отношения Релея.
18. Задача на собственные значения. Вычисление собственных значений делением спектра. Случай трехдиагональной матрицы.
19. Задача на собственные значения. Простые векторные итерации.
20. Задача на собственные значения. Обратные векторные итерации.
21. Задача на собственные значения. Исчерпывание.
22. Задача на собственные значения. QL алгоритм. Общие принципы.
23. Задача на собственные значения. QL алгоритм. Выбор сдвига.
24. Задача на собственные значения. Инвариантные подпространства.
25. Задача на собственные значения. Аппроксимация Релея-Ритца.
26. Задача на собственные значения. Подпространства Крылова. Построение. Инварианты.
27. Задача на собственные значения. Метод Ланцоша.
28. Задача на собственные значения. Итерированные подпространства.
29. Обобщенная задача на собственные значения. Постановка задачи. Свойства собственных пар.
30. Обобщенная задача на собственные значения. Приведение к задаче на собственные значения.



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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика» направленности Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 7	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

31. Обобщенная задача на собственные значения. Аналог спектральной теоремы.
32. Обобщенная задача на собственные значения. Метод деления спектра.
33. Обобщенная задача на собственные значения. Простые и обратные векторные итерации.
34. Обобщенная задача на собственные значения. Отношение Релея.
35. Решение систем линейных уравнений. Прямые методы. Использование разложения матрицы.
36. Решение систем линейных уравнений. Итерационное уточнение решений.
37. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Общие принципы.
38. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод Якоби.
39. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод Зейделя.
40. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод последовательной верхней релаксации.
41. Системы линейных уравнений с переопределенной матрицей. Проблема наименьших квадратов.
42. Системы линейных уравнений с переопределенной матрицей. Разложение по сингулярным числам.
43. Системы линейных уравнений с переопределенной матрицей. Применение разложения по сингулярным числам.
44. Постановка задачи интерполяции, аппроксимации.
45. Интерполяция. Простейшие методы.
46. Многочлены Чебышева и наилучшее равномерное приближение.
47. Интерполяция сплайнами.
48. Интерполяция кривыми Безье (многочленами Бернштейна).
49. Интегрирование. Квадратурные формулы.
50. Интегрирование. Формула Гаусса.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Студент отвечает на вопросы зачетного билета. Билет содержит два теоретических вопроса. Время подготовки к ответу на вопросы билета – 60 минут. Во время подготовки можно использовать справочные материалы.

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

Максимальный балл за **посещение занятий** – 3 балла.

Также в течение семестра проводится одна **контрольная работа**. На контрольной работе студенту предлагается решить 4 задачи. Максимальный балл за контрольную работу – 9 баллов.



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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика» направленности Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

Критерии оценивания контрольной работы:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно и с пояснениями решены четыре задачи	9	высокий
Решены четыре задачи, но есть ошибки	8-7	средний
Правильно и с пояснениями решены две задачи	6	
Решены две задачи, но есть ошибки	5-4	базовый
Правильно решена одна задача	3	
Частично решена одна задача	2-1	недостаточный

Таким образом, за работу в семестре студент может получить максимум 60 баллов.

**Зачет:** в билете два теоретических вопроса.

Максимальный балл за ответы по билету – 40 баллов.

Критерии оценивания теоретических вопросов:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Отвечил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, задача полностью решена, студент правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки.	35-40	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.	25-35	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.	10-20	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 зачета:

0-50 баллов – незачтено;

51-100 баллов – зачтено.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и



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 «Дополнительные главы вычислительной физики» по направлению подготовки  
03.04.02 «Физика» направленности Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины.

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 раздела теоретической физики «Дополнительные главы вычислительной 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 зачтено: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Дополнительные главы вычислительной физики»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по «Дополнительные главы вычислительной физики»;
3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по «Дополнительные главы вычислительной физики»;
4. Низкий уровень соответствует оценке не зачтено: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Дополнительные главы вычислительной физики»; не владеет навыками решения базовых задач по «Дополнительные главы вычислительной физики».

