

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 17.03.2026 10:21:27 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bb09815b6cb77a486b9a8788b8522523	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Дополнительные главы вычислительной физики" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	---	--	--------

**Рабочая программа дисциплины (модуля)\***  
Дополнительные главы вычислительной физики

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

Медицинская физика

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование знаний в области вычислительной физики, изучение численных методов, приобретение навыков решения и исследования конкретных физических задач.

Основные задачи дисциплины:

- изучение понятий вычислительной физики, численных методов;
- освоение навыками использования численных методов для решения физических задач.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

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;

ПК-2.1. Обладает знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте эксплуатации и технического 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.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.01.01

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Компьютерные технологии в профессиональной деятельности

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### ПК-1: Способен проводить научно-исследовательскую работу в области медицинской физики

##### Знать:

Для достижения ПК-1.1: основные теоретические положения и методы вычислительной физики

##### Уметь:

Для достижения ПК-1.2: записывать уравнения для конкретных физических процессов и решать их численно

##### Владеть:

Для достижения ПК-1.3: навыками постановки и решения задач научных исследований в области медицинской физики

#### ПК-2: Способен ставить научные задачи в области медицинской физики и решать их с использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта

##### Знать:

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

##### Уметь:

Для достижения ПК-2.2: самостоятельно ставить и решать конкретные задачи научных исследований в области медицинской физики с помощью современных методов и средств теоретических исследований

##### Владеть:

Для достижения ПК-2.3: навыками использования численных методов для решения физических задач



**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные теоретические положения и методы вычислительной физики; об основных применениях численных методов в физике; основные уравнения и численные схемы; методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	записывать уравнения для конкретных физических процессов и решать их численно; самостоятельно ставить и решать конкретные задачи научных исследований в области медицинской физики с помощью современных методов и средств теоретических исследований
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками постановки и решения задач научных исследований в области медицинской физики, навыками использования численных методов для решения физических задач

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 32 самостоятельная работа : 75,8  контактная работа: 32,2 ИКР: 0,2	Виды контроля в семестрах:  зачеты 2

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Свойства матриц</b>			
1.1	Эрмитовы и симметричные матрицы. Унитарные и конгруэнтные преобразования. Норма. Понятие нормы вектора и матрицы. Норма. Виды нормы. Свойства нормы. /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Эрмитовы и симметричные матрицы. Унитарные и конгруэнтные преобразования. Норма. Понятие нормы вектора и матрицы. Норма. Виды нормы. Свойства нормы. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Эрмитовы и симметричные матрицы. Унитарные и конгруэнтные преобразования. Норма. Понятие нормы вектора и матрицы. Норма. Виды нормы. Свойства нормы. /Ср/	2	12	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 2. Методы работы с матрицами</b>			
2.1	Ортогональные матрицы. Перестановки. Отражения. Плоские вращения. Вращения Якоби. Вращения Гивенса. Разложение матрицы на множители. QR - разложение. Ортогонализация Грама-Шмидта. QR - разложение. Метод Хаусхолдера. LR и LDU - разложение. Алгоритм Гаусса. LL <sup>+</sup> - разложение. Разложение Холецкого. Трехдиагональные матрицы. Приведение к трехдиагональной матрице. Метод Хаусхолдера. Плоские вращения. /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Ортогональные матрицы. Перестановки. Отражения. Плоские вращения. Вращения Якоби. Вращения Гивенса. Разложение матрицы на множители. QR - разложение. Ортогонализация Грама-Шмидта. QR - разложение. Метод Хаусхолдера. LR и LDU - разложение. Алгоритм Гаусса. LL <sup>+</sup> - разложение. Разложение Холецкого. Трехдиагональные матрицы. Приведение к трехдиагональной матрице. Метод Хаусхолдера. Плоские вращения. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



2.3	Ортогональные матрицы. Перестановки. Отражения. Плоские вращения. Вращения Якоби. Вращения Гивенса. Разложение матрицы на множители. QR - разложение. Ортогонализация Грама-Шмидта. QR - разложение. Метод Хаусхолдера. LR и LDU - разложение. Алгоритм Гаусса. LL <sup>+</sup> - разложение. Разложение Холецкого. Треугольные матрицы. Приведение к треугольной матрице. Метод Хаусхолдера. Плоские вращения. /Ср/	2	12,8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 3. Задача на собственные значения</b>				
3.1	Свойства собственных пар. Инерция матрицы. Отношения Релея. Вычисление собственных значений делением спектра. Случай трехдиагональной матрицы. Простые векторные итерации. Обратные векторные итерации. Исчерпывание. QL алгоритм. Общие принципы. QL алгоритм. Выбор сдвига. Инвариантные подпространства. Аппроксимация Релея-Ритца. Подпространства Крылова. Метод Ланцоша. Итерированные подпространства. /Лек/	2	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Свойства собственных пар. Инерция матрицы. Отношения Релея. Вычисление собственных значений делением спектра. Случай трехдиагональной матрицы. Простые векторные итерации. Обратные векторные итерации. Исчерпывание. QL алгоритм. Общие принципы. QL алгоритм. Выбор сдвига. Инвариантные подпространства. Аппроксимация Релея-Ритца. Подпространства Крылова. Метод Ланцоша. Итерированные подпространства. /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Свойства собственных пар. Инерция матрицы. Отношения Релея. Вычисление собственных значений делением спектра. Случай трехдиагональной матрицы. Простые векторные итерации. Обратные векторные итерации. Исчерпывание. QL алгоритм. Общие принципы. QL алгоритм. Выбор сдвига. Инвариантные подпространства. Аппроксимация Релея-Ритца. Подпространства Крылова. Метод Ланцоша. Итерированные подпространства. /Ср/	2	12	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Обобщенная задача на собственные значения</b>				
4.1	Постановка задачи. Свойства собственных пар. Приведение к задаче на собственные значения. Аналог спектральной теоремы. Метод деления спектра. Простые и обратные векторные итерации. Отношение Релея. /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Постановка задачи. Свойства собственных пар. Приведение к задаче на собственные значения. Аналог спектральной теоремы. Метод деления спектра. Простые и обратные векторные итерации. Отношение Релея. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Постановка задачи. Свойства собственных пар. Приведение к задаче на собственные значения. Аналог спектральной теоремы. Метод деления спектра. Простые и обратные векторные итерации. Отношение Релея. /Ср/	2	13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 5. Решение систем линейных уравнений</b>				
5.1	Прямые методы. Использование разложения матрицы. Итерационное уточнение решений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод Якоби. Метод Зейделя. Метод последовательной верхней релаксации. Системы линейных уравнений с переопределенной матрицей. Проблема наименьших квадратов. Разложение по сингулярным числам. Применение разложения по сингулярным числам. /Лек/	2	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



5.2	Прямые методы. Использование разложения матрицы. Итерационное уточнение решений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод Якоби. Метод Зейделя. Метод последовательной верхней релаксации. Системы линейных уравнений с переопределенной матрицей. Проблема наименьших квадратов. Разложение по сингулярным числам. Применение разложения по сингулярным числам. /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	Прямые методы. Использование разложения матрицы. Итерационное уточнение решений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод Якоби. Метод Зейделя. Метод последовательной верхней релаксации. Системы линейных уравнений с переопределенной матрицей. Проблема наименьших квадратов. Разложение по сингулярным числам. Применение разложения по сингулярным числам. /Ср/	2	13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 6. Интерполяция, аппроксимация, интегрирование</b>				
6.1	Постановка задачи интерполяции, аппроксимации. Простейшие методы интерполяции и аппроксимации. Многочлены Чебышева и наилучшее равномерное приближение. Интерполяция сплайнами. Интерполяция кривыми Безье (многочленами Бернштейна). Интегрирование. Квадратурные формулы. Интегрирование по формуле Гаусса. /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Постановка задачи интерполяции, аппроксимации. Простейшие методы интерполяции и аппроксимации. Многочлены Чебышева и наилучшее равномерное приближение. Интерполяция сплайнами. Интерполяция кривыми Безье (многочленами Бернштейна). Интегрирование. Квадратурные формулы. Интегрирование по формуле Гаусса. /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.3	Постановка задачи интерполяции, аппроксимации. Простейшие методы интерполяции и аппроксимации. Многочлены Чебышева и наилучшее равномерное приближение. Интерполяция сплайнами. Интерполяция кривыми Безье (многочленами Бернштейна). Интегрирование. Квадратурные формулы. Интегрирование по формуле Гаусса. /Ср/	2	13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 7. Иная контактная работа</b>				
7.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	2	0,2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольные вопросы

Вопросы к зачету

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

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)  $A A^+$ .
4. Найти произведение матриц поворота  $OX \cdot OY \cdot OZ$ .

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

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.
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.

#### 6.4. Критерии оценивания

Для получения оценки «зачтено» на зачете студент должен продемонстрировать знание материала, как практических занятий, так и тем, выносимых на самостоятельное обучение, ответив на два вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения.  
Оценка «не зачтено» ставится, если не выполнены указанные выше требования, а именно, если студент продемонстрировал значительные пробелы в знаниях основных тем изученного материала.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
---------------------	----------	-------------------	--------



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Бахвалов Н. С., Овчинникова И. М., Шикин Е. В.	Численные методы: анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456941">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456941</a> )	Москва : Наука, 1975	ЭБС
Л1.2	Крылов В. И., Бобков В. В., Монастырский П. И., Шикин Е. В., Ходан Е. Ю.	Вычислительные методы: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456989">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456989</a> )	Москва : Наука, 1977	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Калиткин Н. Н., Самарский А. А.	Численные методы: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456957">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456957</a> )	Москва : Наука, 1978	ЭБС
Л2.2	Волков Е. А.	Численные методы: учебное пособие для вузов ( <a href="https://e.lanbook.com/book/505360">https://e.lanbook.com/book/505360</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2025	ЭБС

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="https://biblionline.ru">https://biblionline.ru</a>
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
Э5	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

#### 7.3 Перечень информационных технологий

##### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

##### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – URL: <http://library.csu.ru/ru/> - Челябинск, 1992.
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <http://journals.aps.org/about> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Для проведения занятий предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).



Используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медицентр) (учебный корпус №1) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

#### **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Освоение содержания учебной дисциплины «Дополнительные главы вычислительной физики» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.

Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и рассматриваются примеры.

Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме.

На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. Система контрольных мероприятий должна обеспечивать объективную оценку знаний и навыков студентов, способствовать повышению эффективности всех видов учебных занятий, включая и самостоятельную работу.

Для организации самостоятельной работы студентам следует порекомендовать методические материалы, имеющиеся в Научной библиотеке ЧелГУ. Необходимо подчеркнуть, что для студентов проводятся консультации, каждому студенту при необходимости могут быть выданы индивидуальные задания для самостоятельной работы, позволяющие углубленно изучить отдельные темы дисциплины.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.



Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

