

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 09.04.2025 14:33:10 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb9815b6cb77a48b09a8788b8522525	Рабочая программа дисциплины "Вычислительная физика" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Вычислительная физика

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика конденсированного состояния вещества

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2022

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

Челябинск 2022 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 преподавания дисциплины «Вычислительная физика» формирование знаний в области вычислительной физики, изучение численных методов, приобретение навыков решения и исследования конкретных физических задач.

Задачами изучения дисциплины являются:

- Знакомство с теорией конечно-разностных схем для решения задач математической физики.
- Изучение понятийного аппарата вычислительной физики, основных методов составления и исследования конечно-разностных схем для решения задач математической физики, развитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физики конденсированного состояния вещества; 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 (навыки) в области физики конденсированного состояния вещества: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.02.02

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Теоретическая механика

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Линейная алгебра

Механика

Молекулярная физика

Электричество и магнетизм

Численные методы физики

Механика сплошных сред

Электродинамика

Методы математической физики

Программирование для физиков, радиофизиков и инженеров

Численные методы и математическое моделирование

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

ПК-1: Способен применять специализированные знания, полученные в области физики конденсированного состояния вещества, при проведении научно-исследовательских разработок

Знать:

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

Уметь:

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, писать и тестировать программы для реализации конечно-разностных методов

Владеть:

Для достижения ПК-1.3: методами и навыком решения конкретных физических задач математической физики с

Рабочая программа дисциплины "Вычислительная физика" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 4
---	--------

помощью конечно-разностных методов; написания программ для реализации конечно-разностных методов, способами тестирования и верификации численных методов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	базовые модели теоретической физики как системы уравнений математической физики, основные понятия теории конечно-разностных схем, методы составления схем и исследования их свойств
3.2	Уметь:
3.2.1	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 и тестировать программы для реализации конечно-разностных методов
3.3	Владеть:
3.3.1	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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 40 самостоятельная работа : 5 часов на контроль : 27	Виды контроля в семестрах: экзамены 8

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Кварт	Часов	Литература
	Раздел 1. Уравнения в частных производных			
1.1	Классификация уравнений в частных производных. Системы уравнений гиперболического типа. Некоторые примеры уравнений в частных производных. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 2. Конечно-разностная аппроксимация			
2.1	Дискретизация. Конечно-разностные задачи. Методы составления схем. Аппроксимация граничных условий. Аппроксимация и сходимость конечно-разностных схем. Устойчивость и методы ее исследования. Дисперсия и диффузия на разностной сетке. Консервативность конечно-разностных схем. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Неявные схемы для уравнения диффузии. Метод прогонки. /Лаб/	8	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Понятие и методы оценки нормы невязки. Явные и неявные схемы. Монотонность и транспортность разностных схем. Дистракция разрывов. /Ср/	8	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 3. Уравнения параболического типа			
3.1	Постановка задачи. Обзор методов для одномерных уравнений. Схемы для квазилинейных уравнений. Схемы для многомерных уравнений. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Численное решение параболических уравнений. Реализация схем Кранка-Николсона и Дюфора-Франкеля для одномерного уравнения диффузии /Лаб/	8	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Обзор методов для одномерных уравнений. Схемы для квазилинейных уравнений. /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

Рабочая программа дисциплины "Вычислительная физика" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			стр. 5	
	Раздел 4. Уравнения гиперболического типа			
4.1	Постановка задачи. Классы решений уравнения адвекции. Схемы с искусственной вязкостью. Некоторые консервативные методы. Задача Римана. Схема Годунова. Методы, основанные на приближенном решении задачи Римана. Примеры схем для уравнений газодинамики. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Численное решение гиперболических уравнений. Реализация схемы Лакса и двухшаговой схемы Лакса-Вендроффа для одномерного уравнения адвекции. /Лаб/	8	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Метод характеристик. Схемы повышенного порядка аппроксимации для уравнений гиперболического типа (PPM, TVD, WENO). Методы квазичастиц и SPH. /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 5. Уравнения эллиптического типа			
5.1	Постановка задачи. Метод установления и схема переменных направлений. Прямые методы. /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 6. Моделирование магнитогазодинамических (МГД) процессов			
6.1	Уравнения МГД и их свойства. Реализация условия соленоидальности магнитного поля. Схемы для одномерной МГД. Схемы для многомерной МГД. /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 7. Методы расщепления			
7.1	Расщепление по пространственным направлениям. Расщепление по физическим процессам /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 8. Экзамен			
8.1	Экзамен /Экзамен/	8	27	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	
6.1. Перечень видов оценочных средств	
Отчеты по лабораторным работам Вопросы к экзамену	
6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации	
Темы лабораторных работ 1. Неявные схемы для уравнения диффузии. Метод прогонки. 2. Численное решение параболических уравнений 2.1. Изучить устойчивость, сходимость 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, сходимость 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, сходимость 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, сходимость 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.

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.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

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, сходимость и устойчивость*.
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».

6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков 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.

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.

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Калиткин Н. Н., Самарский А. А.	Численные методы (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957)	Москва : Наука, 1978	ЭБС
Л1.2	Поттер Д.	Вычислительные методы в физике (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457033)	Москва : Мир, 1975	ЭБС
Л1.3	Тихонов А. Н., Самарский А. А.	Уравнения математической физики (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468275)	Москва : Наука, 1977	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Рихтмайер Р., Мортон К., Будак Б. М., Горбунов А. Д.	Разностные методы решения краевых задач (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457046)	Москва : Мир, 1972	ЭБС
Л2.2	Самарский А. А., Николаев Е. С., Галишников Т. Н.	Методы решения сеточных уравнений (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457050)	Москва : Наука, 1978	ЭБС
Л2.3	Самарский А. А.	Введение в теорию разностных схем (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457052)	Москва : Наука, 1971	ЭБС
Л2.4	Рождественский Б. Л., Яненко Н. Н.	Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468249)	Москва : Наука, 1978	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365
Adobe Reader
Visual Studio
Dev C++
Python
Gnuplot
Ubuntu Linux
C++ Builder Community Edition
Code::Blocks
SciDAVis
LMS Moodle
Adobe Connect Acrobat
Антивирус Касперского

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.

Рабочая программа дисциплины "Вычислительная физика" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 9
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 типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.
Для успешного освоения дисциплины аудитория должна быть оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций.
Лабораторные занятия проходят в учебной лаборатории общей и прикладной физики кафедры общей и теоретической физики (аудитория 222), оснащенной персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой.
Используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медиацентр) (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)

<p>Для изучения дисциплины предусмотрены проведение лекционных и лабораторных работ, а также самостоятельная работа студентов.</p> <p>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 методов, рассматриваются примеры.</p> <p>Лабораторные занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На лабораторных занятиях обучаемые овладевают основными методами и схемами численного решения задач.</p> <p>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.</p> <p>Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.</p> <p>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.).</p> <p>При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.</p> <p>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-</p>

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 голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «E1Braille-W14J G2»; ноутбуки с программой экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся 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 к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevey с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления 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 технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. 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.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

**03.03.02 Физика, профиль Физика конденсированного состояния вещества,
Вычислительная физика, 2022 год набора, очная форма обучения**

Проректор по учебной работе утверждено 30.05.2022 В.Е. Федоров

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 07 от 28.04.2022

Председатель Ученого совета
физического факультета

согласовано

Д.А. Захаревич

Заседанием кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания № 07 от 21.04.2022

Заведующий кафедрой

согласовано

А. Е. Майер

Автор (составитель)

С.А. Хайбрахманов

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