

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161520	Теоретическая физика

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Прикладные математика и физика	Код ОП 1. 03.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Прикладные математика и физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретическая физика

1.1. Аннотация содержания модуля

Освоение модуля происходит на протяжении почти всего времени подготовки бакалавров – с 3 по 7 семестр. Входящие в него дисциплины закладывают фундамент современного профессионального образования в области физических наук и служат основой для освоения множества более специализированных курсов. В 3 семестре изучается дисциплина «Аналитическая механика», которая посвящена задачам и методам классической теоретической механики. Излагаются фундаментальные основы классической механики: законы движения материальной точки, систем материальных точек, движения твердого тела. В 4 семестре изучается Электродинамика. Курс посвящен изучению классической электродинамики и строится на основе специальной теории относительности. В 5 семестре изучается Квантовая механика, в 6 семестре – Дополнительные главы квантовой механики. Данный курс является достаточно полным введением в предмет и охватывает все основные вопросы квантовой механики, начиная с основ математического аппарата гильбертовых пространств и заканчивая различными приложениями теории к конкретным физическим задачам. В 6 семестре изучается Статистическая физика. Курс служит основой для изучения физики многочастичных систем. Он включает следующие основные разделы: метод Гиббса в классической статистике, равновесные свойства идеальных и слабонеидеальных классических систем, равновесные ансамбли и статистическая термодинамика, квантовых макроскопические системы, квантовая, фазовые переходы и критические явления. В 7 семестре изучение модуля завершается курсом «Механика и электродинамика сплошных сред», цель которого – ознакомить студентов с принципами количественного описания физических процессов в сплошных средах. В то время как на атомарном уровне материя имеет дискретную структуру, в макроскопическом масштабе имеет смысл говорить о сплошных средах – газах, жидкостях, твердых телах – свойства которых описываются.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Аналитическая механика	4
2	Электродинамика	4
3	Квантовая механика	4
4	Статистическая физика	4
5	Механика и электродинамика сплошных сред	4
6	Дополнительные главы квантовой механики	4
ИТОГО по модулю:		24

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Квантовые вычисления

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Аналитическая механика	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования	<p>З-1 - Изложить цели и задачи производимых исследований</p> <p>У-1 - Анализировать причины возникающих погрешностей в расчетных и экспериментальных данных</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов</p>

		математического и компьютерного моделирования объектов и процессов
Дополнительные главы квантовой механики	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования	<p>З-2 - Классифицировать современные языки программирования</p> <p>У-2 - Создавать программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов</p>
Квантовая механика	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и</p>

		<p>принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности</p>
	<p>ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования</p>	<p>З-3 - Дать обзор методов и средств математической обработки результатов расчетных и экспериментальных данных</p> <p>У-3 - Применять методы математической и графической обработки результатов расчетов и измерений</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов</p>
<p>Механика и электродинамика сплошных сред</p>	<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности</p>
	<p>ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и</p>	<p>З-1 - Изложить цели и задачи производимых исследований</p> <p>У-1 - Анализировать причины возникающих погрешностей в расчетных и экспериментальных данных</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения различных методов физических</p>

	компьютерные) исследования	исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов
Статистическая физика	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-2 - Демонстрировать осознанную мировоззренческую позицию</p>
	ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования	<p>З-3 - Дать обзор методов и средств математической обработки результатов расчетных и экспериментальных данных</p> <p>У-3 - Применять методы математической и графической обработки результатов расчетов и измерений</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов</p>
Электродинамика	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических	З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности

	и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-2 - Демонстрировать осознанную мировоззренческую позицию</p>
	ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования	<p>З-2 - Классифицировать современные языки программирования</p> <p>У-2 - Создавать программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Аналитическая механика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Механика Ньютона	Основные понятия и постулаты классической механики. Инерциальные системы отсчета, принцип относительности Галилея. Законы Ньютона и силы взаимодействия между физическими системами и материальными точками. Способы решения уравнений движения Ньютона
P2	Аналитический метод Лагранжа	Задача динамики несвободной системы и понятие о связях. Принцип Д'Аламбера. Уравнение Лагранжа первого рода. Уравнение Лагранжа второго рода. Вариационный принцип Гамильтона (принцип наименьшего действия). Уравнение движения Лагранжа второго рода как следствие ПНД. Свойства функции Лагранжа. Функция Лагранжа свободной материальной точки. Функция Лагранжа системы материальных точек.
P3	Интегралы движения (законы сохранения)	Интегралы движения. Закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса (момент количества движения, угловой момент). Преобразование сохраняющихся величин. Центр инерции.
P4	Формализм Гамильтона	Функция Гамильтона и канонические уравнения Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона как следствие принципа наименьшего действия. Скобки Пуассона и их свойства.

		Канонические преобразования. Фазовое пространство и теорема Лиувилля
P5	Метод Гамильтона-Якоби	Действие как функция времени и координат механической системы. Уравнение Гамильтона - Якоби.
P6	Задачи классической механики	Анализ одномерного движения системы в поле потенциальной силы. Задача двух взаимодействующих тел. Движение частицы в центральном поле. Движение частицы в кулоновском поле (Кеплерова задача).
P7	Малые колебания механических систем	Свободные одномерные колебания. Свободные колебания со многими степенями свободы. Вынужденные одномерные колебания. Затухающие колебания. Вынужденные одномерные колебания при наличии трения.
P8	Движение твердого тела	Угловая скорость. Тензор инерции. Момент импульса и уравнения движения твердого тела. Углы Эйлера и динамические уравнения Эйлера.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования	У-1 - Анализировать причины возникающих погрешностей в расчетных и экспериментальных данных

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая механика

Электронные ресурсы (издания)

- Лагранж, ., Гохман, В. С., Лойцянский, Л. Г.; Аналитическая механика; Объединенное научно-техническое издательство (Ленинград), Москва, Ленинград; 1938; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=131270> (Электронное издание)
- Аппель, П. Э., Малкин, И. Г.; Теоретическая механика Аналитическая механика; Гос. изд-во физико-математической лит., Москва; 1960; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235363> (Электронное издание)

3. Жуковский, Н. Е.; Аналитическая механика; Типо-лит. т-ва И.Н. Кушнерев и К°, Москва; 1910; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237060> (Электронное издание)
4. Крамаренко, Н. В.; Теоретическая механика: конспект лекций : курс лекций. 2. Динамика, аналитическая механика; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435994> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ландау, Л. Д.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов: В 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред; Наука, Москва; 1992 (1 экз.)
2. Ольховский, И. И.; Курс теоретической механики для физиков : Учеб. для вузов.; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 1974 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://www.gpntb.ru>

2. Российская национальная библиотека

<http://www.rsl.ru/>

3. Публичная электронная библиотека

<http://www.gpntb.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://study.urfu.ru/view/>

www.elibrary.ru

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая механика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------	--------------	---	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Mathematica 6.0.1 Educational Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электродинамика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Принципы специальной теории относительности	Скорость распространения взаимодействия. Принцип относительности. Преобразование Галилея. Инерционная система отсчета (ИСО). Эквивалентность инерционных систем отсчета. Теория эфира. О возможности экспериментального обнаружения эфира. Опыт Майкельсона-Морли. Опыт Кеннеди-Торндайка. Принцип относительности Эйнштейна. Мировая точка (событие) и мировая линия. Интервал. Инвариантность интервала относительно преобразования перехода к новой ИСО. Пространственноподобный и времениподобный интервалы. Световой конус. Абсолютно прошлые и абсолютно будущие события. Абсолютно удаленные события. Причинность и причинно-следственные связи. Синхронизация часов. Зависимость временного интервала от выбора ИСО. Собственное время. Парадокс близнецов. Преобразование координат, связанное с изменением системы координат. Понятие группы. Группы двумерных и трехмерных вращений. Преобразование Лоренца. Гиперболические "вращения". Пространство Минковского и группа Лоренца. Преобразование временных промежутков. Лоренцево сокращение. Преобразование трехмерной скорости, связанное с преобразованием Лоренца. Релятивистское правило сложения скоростей; частный случай параллельных скоростей. Связь между угловыми положениями скоростей.

<p>P2</p>	<p>Скаляры, векторы и тензоры в четырехмерном пространстве.</p>	<p>Векторы, тензоры и законы их преобразования. Инвариантность формы физических уравнений. Преобразования системы координат и векторные операции. Совершенно антисимметричный псевдотензор третьего ранга (тензор Леви-Чивита); его свойства. Трансформационные свойства оператора набла. Четырехмерные векторы (4-векторы). 4-радиус-вектор. Ковариантные и контравариантные компоненты. Скалярное произведение. Поднятие и опускание индекса. Метрический тензор. Времениподобный, пространственноподобный и нулевой векторы. Единичный 4-тензор. Совершенно антисимметричный единичный 4-псевдотензор четвертого ранга. 4-тензоры произвольного ранга. След (свертывание, упрощение) тензора. Симметричный и антисимметричный тензоры 2-ого ранга; структура антисимметричного тензора. Дуальные тензоры в координатном пространстве и дуальные 4-тензоры. 4-градиент скалярного поля. Интегралы в координатном пространстве: тройной интеграл от скалярного поля, криволинейный и поверхностный интегралы (2-ого рода) от векторного поля. Интегралы в четырехмерном пространстве: интеграл по четырехмерной области и интеграл вдоль 4-кривой; интегралы по 2-мерной и 3-мерной гиперповерхностям. Теорема Остроградского-Гаусса и теорема Стокса; их аналоги в случае четырехмерного пространства. 4-скорость и 4-ускорение.</p>
<p>P3</p>	<p>Релятивистское описание свободной частицы.</p>	<p>Принцип наименьшего действия. Действие и функция Лагранжа свободной частицы. Переход к классическому пределу. Импульс. Уравнение, содержащее силу. "Продольная" и "поперечная" масса. Энергия. Формула, связывающая энергию покоя с массой. Переход к классическому выражению для энергии. Сохранение энергии и сохранение массы. Соотношение между энергией и импульсом. Вывод уравнений релятивистской механики с помощью принципа наименьшего действия. Векторы 4-импульса и 4-силы. Уравнение Гамильтона-Якоби. 4-тензор момента импульса; связанные с ним законы сохранения.</p>
<p>P4</p>	<p>Релятивистское описание заряда в электромагнитном поле.</p>	<p>Роль электромагнитного поля в передаче взаимодействия. Дальнодействие и близкодействие. Действие и функция Лагранжа для частицы в электромагнитном поле. 4-вектор потенциала; скалярный и векторный потенциал. Обобщенный 4-импульс и энергия; связь между ними. Движение заряда в заданном поле. Электрическое и магнитное поле. Сила Лоренца. Работа силы, создаваемой электрическим полем. Калибровочное преобразование и калибровочная инвариантность. Калибровка Лоренца. Тензор электромагнитного поля. Принцип наименьшего действия в четырехмерной форме. Четырехмерная форма уравнения движения заряда. Преобразование векторных компонент электрического и магнитного поля при преобразовании Лоренца. Величины, инвариантные относительно преобразования Лоренца.</p>
<p>P5</p>	<p>Уравнения Максвелла.</p>	<p>Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Четырехмерная форма первого и второго уравнений Максвелла. 4-вектор тока и уравнение непрерывности. Закон сохранения заряда. Действие для поля, взаимодействующего с</p>

		<p>веществом. Вывод третьего и четвертого уравнений Максвелла в четырехмерной форме из принципа наименьшего действия. Тензор энергии-импульса. Закон сохранения энергии в форме уравнения непрерывности. Тензор напряжений. Тензор энергии-импульса и законы сохранения для электромагнитного поля; для системы "заряженные частицы + электромагнитное поле".</p>
P6	<p>Постоянное электромагнитное поле.</p>	<p>Электростатическое поле. Случай одиночного заряда. Энергия электростатического взаимодействия. Мультипольные моменты. Дипольное и квадрупольное взаимодействия. Энергия системы зарядов во внешнем поле. Сила, действующая на систему зарядов. Энергия взаимодействия двух систем зарядов. Магнитостатическое поле. Закон Био-Савара. Магнитный момент. Уравнения движения магнитного момента; ларморовская прецессия.</p>
P7	<p>Волновые решения. Поле движущихся зарядов</p>	<p>Волновые уравнения для напряженностей полей и потенциалов. Решения в виде плоских волн. Поляризация электромагнитной волны. Поле, порождаемое движущимися зарядами: решения релятивистских уравнений, имеющие форму суперпозиций сферических волн. Опережающее и запаздывающее решения. Поле, создаваемое точечным зарядом; потенциалы Лиенара-Вихерта. Соотношения между частотными компонентами. Спектральные функции потенциалов поля, создаваемого одиночным движущимся зарядом. Выражения для напряженностей полей, создаваемых движущимся зарядом. Поле, создаваемое системой зарядов, находящихся на далеком расстоянии. Излучение системы зарядов в дипольном приближении.</p>
P8	<p>Элементы макроскопической электродинамики</p>	<p>Физическая природа электрической поляризации диэлектриков. Коэффициент поляризации (диэлектрическая восприимчивость) и диэлектрическая проницаемость. Плотность связанного заряда, ее связь с плотностью поляризации. Потенциал поля связанных зарядов; его связь с поляризацией среды. Вектор Герца.</p> <p>Физическая природа магнитной поляризации магнетиков. Магнитные моменты атомов с точки зрения классической и квантовой физики. Плотность тока поляризации и плотность тока намагничения. Уравнение непрерывности для плотности тока поляризации. Связь между полем намагничения и распределением магнитных моментов атомов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Закон Ома в дифференциальной форме. Поле сторонних сил; ЭДС. Проводимость изотропной и анизотропной среды. Условия на границе раздела сред; их вывод из уравнений Максвелла в интегральной форме.</p>

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Воспитание навыков жизнедеятельности в условиях глобальных вызовов и неопределенностей	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика

Электронные ресурсы (издания)

1. Гуревич, Л. Э.; Электродинамика 1. Микроскопическая электродинамика; Издание Ленинградского государственного университета, Ленинград; 1940; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114098> (Электронное издание)
2. Пановский, В. В., Быков, В. П., Капица, С. П.; Классическая электродинамика; Гос. изд-во физико-математической лит., Москва; 1963; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220927> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Федорченко, А. М.; Теоретическая физика. Классическая электродинамика : Учеб. пособие для физ. специальностей вузов.; Выща школа, Киев; 1988 (8 экз.)
2. Иродов, И. Е.; Электромагнетизм. Основные законы : [учебник для студентов физ. специальностей вузов]; Лаборатория Базовых Знаний : Физматлит, Москва; 2002 (2 экз.)
3. Медведев, Б. В.; Начала теоретической физики: механика, теория поля, элементы квантовой механики : Учеб. пособие.; Наука, Москва; 1997 (5 экз.)
4. Бредов, М. М., Румянцев, В. В., Топтыгин, И. Н.; Классическая электродинамика : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2003 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

2. Российская национальная библиотека

Режим доступа: <http://www.rsl.ru>

3. Публичная электронная библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Библиотека УрФУ

Режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

www.elibrary.ru

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Matlab R2015a + Simulink
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Matlab R2015a + Simulink

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовая механика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зенков Евгений Вячеславович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	теоретической физики и прикладной математики
2	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Основные эксперименты, указывающие на трудности классической физики. Логическая неудовлетворительность классического подхода. Сравнение понятий классической и квантовой физики. Место квантовой физики в современном естествознании
P2	Математические основы квантовой механики	Гильбертово пространство. Векторы состояний. Принцип суперпозиции и корпускулярно-волновой дуализм. Динамические переменные и операторы. Собственные векторы и собственные значения эрмитовых операторов. Средние значения наблюдаемых величин. Принцип неопределенностей.
P3	Принцип соответствия. Явный вид операторов динамических переменных	Формулировка принципа соответствия. Классические скобки Пуассона и операторы. Оператор координаты и оператор импульса. Гамильтониан
P4	Симметрия системы и законы сохранения	Симметрия квантовой системы относительно группы преобразований. Инфинитезимальные преобразования. Интегралы движения и генераторы группы симметрии. Четность состояния. Построение операторов динамических переменных на основе принципа соответствия и законов сохранения.
P5	Эволюция состояний во времени	Движение как унитарное преобразование от одного момента времени к другому. Оператор эволюции. Шредингеровский и гайзенберговский способ описания временной эволюции. Изменение средних значений со временем. Уравнения

		Эренфеста. Плотность тока и уравнение непрерывности. Стационарные состояния.
P6	Момент количества движения. Спин	Перестановочные соотношения для операторов декартовых компонент углового момента. Спиноры. Матрицы Паули. Сложение моментов. Коэффициенты Рака. Матрицы бесконечно-малых и конечных вращений. Группа SU2. Неприводимые тензорные операторы. Теорема Вигнера-Эккарта. Эквивалентные операторы.
P1	Введение	Основные эксперименты, указывающие на трудности классической физики. Логическая неудовлетворительность классического подхода. Сравнение понятий классической и квантовой физики. Место квантовой физики в современном естествознании
P2	Математические основы квантовой механики	Гильбертово пространство. Векторы состояний. Принцип суперпозиции и корпускулярно-волновой дуализм. Динамические переменные и операторы. Собственные векторы и собственные значения эрмитовых операторов. Средние значения наблюдаемых величин. Принцип неопределенностей.
P3	Принцип соответствия. Явный вид операторов динамических переменных	Формулировка принципа соответствия. Классические скобки Пуассона и операторы. Оператор координаты и оператор импульса. Гамильтониан
P4	Симметрия системы и законы сохранения	Симметрия квантовой системы относительно группы преобразований. Инфинитезимальные преобразования. Интегралы движения и генераторы группы симметрии. Четность состояния. Построение операторов динамических переменных на основе принципа соответствия и законов сохранения.
P5	Эволюция состояний во времени	Движение как унитарное преобразование от одного момента времени к другому. Оператор эволюции. Шредингеровский и гайзенберговский способ описания временной эволюции. Изменение средних значений со временем. Уравнения Эренфеста. Плотность тока и уравнение непрерывности. Стационарные состояния.
P6	Момент количества движения. Спин	Перестановочные соотношения для операторов декартовых компонент углового момента. Спиноры. Матрицы Паули. Сложение моментов. Коэффициенты Рака. Матрицы бесконечно-малых и конечных вращений. Группа SU2. Неприводимые тензорные операторы. Теорема Вигнера-Эккарта. Эквивалентные операторы.
P7	Сферически симметричные потенциалы. Атом водорода	Разделение переменных в уравнении Шредингера. Решение радиального уравнения. Общие свойства решений. Атом водорода: энергетический спектр, собственные функции, квантовые числа. Угловое и радиальное распределение вероятностей. Символы энергетических состояний в спектроскопии. Оболочечная модель ядра. Тонкая структура спектров. Векторная модель атома.
P8	Стационарная теория возмущений	Постановка задачи. Возмущение в отсутствие вырождения и при наличии возмущения. Нормальный и аномальный эффект Зеемана. Линейный и квадратичный эффекты Штарка. Симметрия системы и классификация уровней энергии;

		применение теории групп к задаче о расщеплении уровня. Теория кристаллического поля.
Р9	Нестационарная теория возмущений	Оператор эволюции в случае гамильтониана, зависящего от времени. Хронологическое упорядочение операторов. Вероятность перехода. Адиабатическое и внезапное включение взаимодействия.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология создания коллектива Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика

Электронные ресурсы (издания)

1. Кислов, А. Н.; Нерелятивистская квантовая механика : учебник.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699042> (Электронное издание)
2. Ландау, Л. Д.; Квантовая механика : монография. 1. ; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва, Ленинград; 1948; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474072> (Электронное издание)
3. Соколов, А. А.; Квантовая механика : монография.; Просвещение, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474073> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Блохинцев, Д. И.; Основы квантовой механики : Учеб. пособие для вузов.; Наука, Москва; 1983 (21 экз.)
2. Ландау, Л. Д., Пятаковский, Л. П.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов : В 10 т. Т. 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория.- 4-е изд., испр. ; Наука, Москва; 1989 (34 экз.)

3. Соколов, А. А., Жуковский, В. Ч., Тернов, И. М.; Квантовая механика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов.; Наука, Москва; 1979 (11 экз.)

4. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М., Питаевский, Л. П.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов : В 10 т. Т. 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. - 5-е изд., стер.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2001 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

2. Российская национальная библиотека

Режим доступа: <http://www.rsl.ru>

3. Публичная электронная библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

4. Библиотека УрФУ

Режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Квантовая механика, http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=8445,
http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=10955

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Статистическая физика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет и метод физики многочастичных систем. Микро- и макро-описание. Флуктуации коллективных параметров в многочастичной системе. Необходимость применения статистических методов.
P2	Феноменологическая термодинамика	Термодинамический метод описания физических свойств макроскопических систем. Внешние и внут-ренние параметры. Термодинамическое равновесие и понятие температуры. Уравнения состояния. Урав-нения некоторых термодинамических процессов. Начала термодинамики. Абсолютная температура. Термодинамические потенциалы. Направление тече-ния процессов в термодинамической системе. Нера-венство Клаузиуса. Термодинамика сложных систем. Фазы и компоненты. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы первого рода. Поверхностная энергия. Метастабиль-ные состояния. Бинодаль. Спинодаль. Критическая точка. Уравнения типа Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы второго рода. Соотношения Эренфеста. Теория Ландау. Критические показатели и точные соотношения между ними.
P3	Принципы статистического описания классических систем	Классическая гамильтонова динамика микросостоя-ний системы. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Разбегание фазовых траекторий. Модель бильярда Синая. Функция распределения. Эргодическая гипотеза. Теорема Лиувилля об инвариантности фа-зового объёма.

		Гидродинамика фазовой жидкости. Уравнение Лиувилля для функции распределения. Теорема возврата Пуанкаре
P4	Классическая теория ансамблей Гиббса	Понятие статистического ансамбля. Микроканоническое распределение Гиббса. Энтропия и статистический вес макросостояния изолированной системы. Каноническое распределение Гиббса для закрытой системы в термостате. Модуль распределения. Статистический интеграл (сумма). Свободная и внутренняя энергии. Соотношение Гиббса-Гельмгольца. Вычисление основных термодинамических величин в равновесной системе. Максвелловское распределение частиц по импульсам, скоростям и энергиям. Равномерность распределения энергии по степеням свободы в классической статистике. Большое каноническое распределение для системы с переменным числом частиц. Распределения Гиббса как наиболее вероятные распределения в равновесной системе. Закон возрастания энтропии.
P5	Классическая теория неидеального газа	Статистический интеграл системы попарно взаимодействующих частиц. Вириальное разложение. Второй вириальный коэффициент в модели короткодействующего потенциала с жесткой сердцевиной. Уравнение Ван-дер-Ваальса
P6	Классическая теория гауссовых флуктуаций	Дисперсия энергии и числа частиц в большом каноническом ансамбле. Термодинамическая эквивалентность микроканонического и большого канонического ансамбля. Общий подход к вычислению малых флуктуаций термодинамических параметров. Многомерное распределение Гаусса
P7	Основы статистической физики квантовых систем	Ограниченность классического описания. Квантовый способ описания микросостояний. Критерии “квантовости” системы. Роль дискретности энергетического спектра. Тепловая длина волны де Бройля. Равновесный статистический оператор. Каноническое распределение в квантовом случае. Статистическая сумма. Обоснование третьего начала термодинамики. Теория теплоёмкости кристалла в гармоническом приближении. Модель Эйнштейна и Дебая. Сравнение с классической теорией
P8	Вырожденный идеальный газ	Понятие квазичастицы. Возбужденное состояние квантовой системы как газ квазичастиц. Примеры из физики конденсированного состояния. Квантовый идеальный газ. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Классический предел. Переход к распределению Больцмана. Критерий вырождения, температура вырождения. Уравнение состояния квантового идеального газа. Квантовые поправки к уравнению Менделеева-Клапейрона. Вырожденный ферми-газ. Энергия Ферми. Ступенька Ферми. Внутренняя энергия и давление ферми-газа при абсолютном нуле температур. Фермиевская функция при ненулевой

		<p>температуре. Тепловой слой Ферми. Термодинамика вырожденного нерелятивистского ферми-газа. Интегралы Зоммерфельда. Парамагнетизм Паули. Вырожденный идеальный газ бозонов. Качественный анализ температурной зависимости химического потенциала вырожденного бозе-газа. Критическая температура. Эйнштейновская “конденсация” идеального газа бозонов. Температурная зависимость числа частиц в конденсате. Термодинамика нерелятивистского бозе-газа ниже точки конденсации. Применение статистики Бозе к равновесному тепловому излучению. Распределение Планка. Формула Планка для спектральной объёмной плотности энергии равновесного излучения. Предельные случаи Рэлея-Джинса и Вина. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Термодинамика фотонного газа (температурная зависимость полного числа фотонов, внутренней энергии, теплоёмкости, давления и энтропии).</p>
P9	Приближение среднего поля	<p>Вариационные оценки для свободной энергии. Общая идея метода самосогласованного поля. Гайзенберговский магнетик в приближении среднего поля; сравнение с термодинамической теорией Ландау. Вырожденный электронный газ в приближении Хартри и Хартри-Фока; кулоновская и обменная энергия. Модель Стонера</p>
P1	Введение	<p>Предмет и метод физики многочастичных систем. Микро- и макро-описание. Флуктуации коллективных параметров в многочастичной системе. Необходимость применения статистических методов.</p>
P2	Феноменологическая термодинамика	<p>Термодинамический метод описания физических свойств макроскопических систем. Внешние и внут-ренние параметры. Термодинамическое равновесие и понятие температуры. Уравнения состояния. Урав-нения некоторых термодинамических процессов. Начала термодинамики. Абсолютная температура. Термодинамические потенциалы. Направление тече-ния процессов в термодинамической системе. Нера-венство Клаузиуса. Термодинамика сложных систем. Фазы и компоненты. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы первого рода. Поверхностная энергия. Метастабиль-ные состояния. Бинодаль. Спинодаль. Критическая точка. Уравнения типа Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы второго рода. Соотношения Эренфеста. Теория Ландау. Критические показатели и точные соотношения между ними.</p>
P3	Принципы статистического описания классических систем	<p>Классическая гамильтонова динамика микросостоя-ний системы. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Разбегание фазовых траекторий. Модель бильярда Синая. Функция распределения. Эргодическая гипотеза. Теорема Лиувилля об инвариантности фа-зового объёма. Гидродинамика фазовой жидкости. Уравнение Лиувилля для функции распределения. Теорема возврата Пуанкаре</p>
P4	Классическая теория ансамблей Гиббса	<p>Понятие статистического ансамбля. Микроканоническое распределение Гиббса. Энтропия и статистический вес макросостояния изолированной системы. Каноническое распределение Гиббса для закрытой системы в термостате.</p>

		<p>Модуль распределения. Статистический интеграл (сумма). Свободная и внутренняя энергии. Соотношение Гиббса-Гельмгольца. Вычисление основных термодинамических величин в равновесной системе. Максвелловское распределение частиц по импульсам, скоростям и энергиям. Равномерность распределения энергии по степеням свободы в классической статистике. Большое каноническое распределение для системы с переменным числом частиц. Распределения Гиббса как наиболее вероятные распределения в равновесной системе. Закон возрастания энтропии.</p>
P5	Классическая теория неидеального газа	<p>Статистический интеграл системы попарно взаимодействующих частиц. Вириальное разложение. Второй вириальный коэффициент в модели короткодействующего потенциала с жесткой сердцевиной. Уравнение Ван-дер-Ваальса</p>
P6	Классическая теория гауссовых флуктуаций	<p>Дисперсия энергии и числа частиц в большом каноническом ансамбле. Термодинамическая эквивалентность микроканонического и большого канонического ансамбля. Общий подход к вычислению малых флуктуаций термодинамических параметров. Многомерное распределение Гаусса</p>
P7	Основы статистической физики квантовых систем	<p>Ограниченность классического описания. Квантовый способ описания микросостояний. Критерии “квантовости” системы. Роль дискретности энергетического спектра. Тепловая длина волны де Бройля. Равновесный статистический оператор. Каноническое распределение в квантовом случае. Статистическая сумма. Обоснование третьего начала термодинамики.</p> <p>Теория теплоемкости кристалла в гармоническом приближении. Модель Эйнштейна и Дебая. Сравнение с классической теорией</p>
P8	Вырожденный идеальный газ	<p>Понятие квазичастицы. Возбужденное состояние квантовой системы как газ квазичастиц. Примеры из физики конденсированного состояния. Квантовый идеальный газ. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Классический предел. Переход к распределению Больцмана. Критерий вырождения, температура вырождения. Уравнение состояния квантового идеального газа. Квантовые поправки к уравнению Менделеева-Клапейрона.</p> <p>Вырожденный ферми-газ. Энергия Ферми. Ступенька Ферми. Внутренняя энергия и давление ферми-газа при абсолютном нуле температур. Фермиевская функция при ненулевой температуре. Тепловой слой Ферми. Термодинамика вырожденного нерелятивистского ферми-газа. Интегралы Зоммерфельда. Парамагнетизм Паули. Вырожденный идеальный газ бозонов. Качественный анализ температурной зависимости химического потенциала вырожденного бозе-газа. Критическая температура. Эйнштейновская “конденсация” идеального газа бозонов. Температурная зависимость числа частиц в конденсате. Термодинамика нерелятивистского бозе-</p>

		газа ниже точки конденсации. Применение статистики Бозе к равновесному тепловому излучению. Распределение Планка. Формула Планка для спектральной объёмной плотности энергии равновесного излучения. Предельные случаи Рэлея-Джинса и Вина. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Термодинамика фотонного газа (температурная зависимость полного числа фотонов, внутренней энергии, теплоёмкости, давления и энтропии).
Р9	Приближение среднего поля	Вариационные оценки для свободной энергии. Общая идея метода самосогласованного поля. Гайзенберговский магнетик в приближении среднего поля; сравнение с термодинамической теорией Ландау. Вырожденный электронный газ в приближении Хартри и Хартри-Фока; кулоновская и обменная энергия. Модель Стонера

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-2 - Демонстрировать осознанную мировоззренческую позицию
			ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования	З-3 - Дать обзор методов и средств математической обработки результатов расчетных и экспериментальных данных

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая физика

Электронные ресурсы (издания)

1. Самойлович, А. Г.; Термодинамика и статистическая физика : учебное пособие.; Государственное технико-теоретическое изд-во, Москва; 1955; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255755> (Электронное издание)
2. Румер, Ю. Б.; Термодинамика, статистическая физика и кинетика; Наука, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495536> (Электронное издание)
3. Киттель, Ч., Ч., Вонсовский, С. В.; Элементарная статистическая физика; Издательство иностранной литературы, Москва; 1960; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482830> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ландау, Л. Д.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов : В 10 т. Т. 5. Статистическая физика, ч.1. - 4-е изд., испр.; Наука, Москва; 1995 (25 экз.)
2. Терлецкий, Я. П.; Статистическая физика : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1994 (10 экз.)
3. Квасников, И. А.; Термодинамика и статистическая физика: Теория равновесных систем : Учеб. пособие для вузов по спец. "Физика".; Изд-во МГУ, Москва; 1991 (6 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

2. Российская национальная библиотека

Режим доступа: <http://www.rsl.ru>

3. Публичная электронная библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

4. Библиотека УрФУ

Режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Статистическая физика (http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=5372)

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая физика

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Механика и электродинамика сплошных
сред

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зенков Евгений Вячеславович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Зенков Евгений Вячеславович, Доцент, теоретической физики и прикладной математики**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Теория упругости	Сплошная среда. Закон Гука. Тензор деформации. Однородные деформации. Тензор напряжений. Уравнения движения для анизотропной среды. Тензор модулей упругости. Непрерывное распределение дислокаций. Модель Френкеля-Конторовой
P2	Упругие волны	Продольные волны в стержне. Волновое уравнение. Собственные частоты колебаний в стержне. Упругие волны в изотропной среде. Упругие волны в кристалле.
P3	Теплопроводность твердых тел	Уравнение теплопроводности. Теплопроводность кристаллов
P4	Диффузия.	Уравнение Фика (1855 г.). Второе уравнение Фика. Диффузионный перенос. Описание диффузии по Онзагеру. Диффузия в неограниченной среде. Диффузия броуновских частиц.
P5	Гидродинамика	Описание движения жидкости. Субстанциональная и локальная производные по времени. Идеальная жидкость. Основные уравнения гидродинамики. Гидростатика. Уравнение Бернулли. Теорема Бернулли как следствие закона сохранения энергии. Поток импульса. Закон сохранения импульса. Поток энергии. Сохранение циркуляции скорости, теорема Томсона. Потенциальное течение жидкости. Двумерное течение. Комплексный потенциал. Течение вязкой жидкости. Примеры течения вязкой жидкости. Обтекание сферы вязкой жидкостью (Формула Стокса). Понятие о подобных потоках. Применение теории размерности. Элементы теории турбулентности.

		Обтекание кругового цилиндра. Уравнение Рейнольдса для усредненного потока.
P6	Волны в жидкости и газах.	Гравитационные волны. Звуковые волны. Сферически-симметричное решение волнового уравнения. Общее решение волнового уравнения
P7	Магнитная гидродинамика	Уравнения макроскопической электродинамики. Основные уравнения. Магнитное давление. Магнитогидродинамические волны. Волны Альвена. Магнитоакустические волны. Течение Гартмана.
P8	Нелинейные эффекты в теории волн.	Решение Римана. Солитон. Влияние диссипации на распространение волн. Немного истории.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности
			ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования	З-1 - Изложить цели и задачи производимых исследований У-1 - Анализировать причины возникающих погрешностей в расчетных и экспериментальных данных П-1 - Иметь практический опыт применения различных методов физических

				исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика и электродинамика сплошных сред

Электронные ресурсы (издания)

1. Ханефт, А. В.; Механика сплошных сред : учебное пособие. 1. Гидродинамика; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495208> (Электронное издание)
2. Киселев, С. П.; Механика сплошных сред : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574777> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Черняк, В. Г., Суетин, П. Е.; Механика сплошных сред : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров "Физика".; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2006 (1 экз.)
2. Ландау, Л. Д.; Механика сплошных сред; Гостехтеориздат, Москва; 1954 (3 экз.)
3. Можен, Ж., Дунаев, И.М., Партон, В.З., Кирюшин, В. В.; Механика электромагнитных сплошных сред; Мир, Москва; 1991 (2 экз.)
4. Казакевич, Г. С., Рудской, А. И.; Механика сплошных сред. Теория упругости и пластичности; СПбГПУ, Санкт-Петербург; 2003 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://www.gpntb.ru>

2. Российская национальная библиотека

<http://rsl.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://study.urfu.ru/view>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика и электродинамика сплошных сред

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Cisco IP Base to Ent. Services license for 16 Port Catalyst 4500-X (L-C4500X-16P-IP-ES) Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется

		Доска аудиторная	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы квантовой
механики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зенков Евгений Вячеславович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Зенков Евгений Вячеславович, Доцент, теоретической физики и прикладной математики**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Связь классической и квантовой механики	Оптико-механическая аналогия. Предельный переход к квантовой механике. Критерий квантовости системы. Квазиклассическое приближение. Метод ВКБ. Квазистационарные состояния. Теорема Фока-Крылова. Туннельный эффект. Простейшая теория альфа-распада. Фейнмановские интегралы по траекториям
P2	Момент количества движения. Спин.	Перестановочные соотношения для операторов декартовых компонент углового момента. Спиноры. Матрицы Паули. Сложение моментов. Коэффициенты Рака. Матрицы бесконечно-малых и конечных вращений. Группа SU2. Неприводимые тензорные операторы. Теорема Вигнера-Эккарта. Эквивалентные операторы.
P3	Релятивистские уравнения движения	Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака. Решение уравнения Дирака для свободной частицы. Четырехкомпонентная волновая функция. Интерпретация решений. Спин. Переход от уравнения Дирака к уравнению Паули. Полный момент частицы. Спин-орбитальное взаимодействие
P4	Многоэлектронные атомы. Таблица Менделеева. Молекулы.	Атом гелия. Обменная энергия. Константы экранирования. Свойства симметрии координатной, спиновой и полной волновой функции. Группа перестановок и схемы Юнга. Закономерности заполнения электронных оболочек в атоме.

		Правила Хунда. Химическая связь. Валентность. Силы Ван-дер-Ваальса. Взаимодействие между молекулами.
P5	Запутанные квантовые состояния	Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена. Теории скрытых параметров. Неравенства Белла. Получение запутанных состояний.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-1 - Способен планировать и проводить научные эксперименты в области физики конденсированного состояния и (или) теоретические (аналитические и компьютерные) исследования	З-2 - Классифицировать современные языки программирования У-2 - Создавать программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных П-1 - Иметь практический опыт применения различных методов физических исследований в избранной предметной области: экспериментальных методов, статистических методов обработки экспериментальных данных, методов теоретической физики, вычислительных

				методов, современных методов математического и компьютерного моделирования объектов и процессов
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы квантовой механики

Электронные ресурсы (издания)

1. Краснопевцев, Е. А.; Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435995> (Электронное издание)
2. Фейнман, Р., Р.; Квантовая механика и интегралы по траекториям : учебное пособие.; Мир, Москва; 1968; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499382> (Электронное издание)
3. Мессиа, А., А.; Квантовая механика : монография.; Наука, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499393> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Шифф, Л., Зайцев, Г. А.; Квантовая механика; Иностранная литература, Москва; 1957 (1 экз.)
2. Грин, Х. С., Лысов, Б. А., Соколов, А. А., Борн, М.; Матричная квантовая механика; ЛИБРОКОМ, Москва; 2009 (1 экз.)
3. Коэн-Таннуджи, К., Диу, Б., Лалоз, Ф., Новиков, Л. Н.; Квантовая механика : в 2 т. Т. 1. ; УрГУ, Екатеринбург; 2000 (86 экз.)
4. Коэн-Таннуджи, К., Диу, Б., Лалоз, Ф., Новиков, Л. Н.; Квантовая механика : в 2 т. Т. 2. ; УрГУ, Екатеринбург; 2000 (85 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека
<http://www.gpntb.ru>
2. Российская национальная библиотека
<http://rsl.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://study.urfu.ru/view>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы квантовой механики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Matlab R2015a + Simulink
---	----------------------------------	---	---