

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
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1155224	Теоретическая физика

Екатеринбург, 2020

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Астрономия	Код ОП 1. 03.05.01/33.01
Направление подготовки 1. Астрономия	Код направления и уровня подготовки 1. 03.05.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	Кафедра теоретической и математической физики

Согласовано:

Учебный отдел



1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

Теоретическая физика

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин «Теоретическая механика», «Механика сплошных сред», «Электродинамика», «Квантовая теория», «Термодинамика», «Статистическая физика», «Методы математической физики» и расширяет базовые знания общих разделов физики и рассматривает вопросы описания и изучения материи как физических многокомпонентных систем с точки зрения основных фундаментальных взаимодействий.

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	Электродинамика	4
2	Статистическая физика	4
3	Теоретическая механика	4
4	Термодинамика	3
5	Квантовая теория	3
6	Методы математической физики	4
7	Механика сплошных сред	3
ИТОГО по модулю:		25

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Общая физика, Математические основы профессиональной деятельности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Астрофизика, Небесная механика, Звездная астрономия, Теоретическая астрофизика

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
Квантовая теория	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях

	<p>области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>Квантовая теория ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин</p>	<p>З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований</p>
	<p>Квантовая теория ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками</p>	<p>З-1 - Знать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области</p>
<p>Методы математической физики</p>	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>

	<p>Методы математической физики</p> <p>ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин</p>	<p>З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований</p>
	<p>Методы математической физики</p> <p>ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками</p>	<p>З-1 - Знать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области</p>
<p>Статистическая физика</p>	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>Статистическая физика</p> <p>ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при</p>	<p>З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований</p>

	анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	
	Статистическая физика ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	З-1 - Знать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области
Теоретическая механика	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целей подходов и методов Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление
	Теоретическая механика ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований

	<p>Теоретическая механика</p> <p>ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками</p>	<p>З-1 - Знать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области</p>
<p>Механика сплошных сред</p>	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>Теория колебаний</p> <p>ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин</p>	<p>З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований</p>
	<p>Теория колебаний</p> <p>ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими</p>	<p>З-1 - Знать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области</p>

	естественными науками	
Термодинамика	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целей подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	Термодинамика ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	<p>З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований</p>
	Термодинамика ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	<p>З-1 - Знать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области</p>
Электродинамика	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p>

	<p>профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>Электродинамика ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин</p>	<p>З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований</p>
	<p>Электродинамика ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками</p>	<p>З-1 - Знать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в форме:

Очная

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электродинамика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Памятных Евгений Алексеевич	доктор физико- математических наук	Профессор	Кафедра теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Памятных Евгений Алексеевич, Профессор кафедры теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Специальная теория относительности и релятивистская механика	<p>Исторические предпосылки создания специальной теории относительности. Новый принцип относительности. Относительность одновременности. Интервал. Инвариантность интервала. Преобразование Лоренца. Классификация интервалов.</p> <p>Релятивистская механика</p> <p>Принцип наименьшего действия. Действие для свободной частицы. Функции Лагранжа и Гамильтона. Импульс и энергия частицы. Релятивистское уравнение динамики.</p> <p>О движениях со скоростями, большими скорости света. Тахионы.</p> <p>Четырехмерная геометрия. Пространство-время физических событий. Скаляры, векторы, тензоры. Операция свертки.</p> <p>Дифференцирование и интегрирование в четырехмерном пространстве.</p> <p>Ковариантная запись уравнений механики. Четырехмерные скорость, ускорение, импульс, сила. Преобразование энергии и импульса.</p>
P2	Уравнения электромагнитного поля	<p>Заряд частицы и потенциалы электромагнитного поля. Действие для заряда в электромагнитном поле. Уравнение движения для заряда в электромагнитном поле. Напряженности полей. Сила Лоренца. Функции Лагранжа и Гамильтона для заряда в электромагнитном поле.</p> <p>Тензор электромагнитного поля и преобразование полей. Инварианты поля. Классификация полей.</p> <p>Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерная и трехмерная запись уравнений. Интегральная форма записи уравнений электромагнитного поля. Постановка задач теории электромагнитного поля. Граничные условия. Единственность решения уравнений электромагнитного поля.</p>

		<p>Закон сохранения энергии с учетом электромагнитного поля. Плотность энергии и плотность потока энергии электромагнитного поля.</p> <p>Потенциалы электромагнитного поля.</p> <p>Уравнения электромагнитного поля для потенциалов. Неоднозначность потенциалов. Условие калибровки. Калибровка Лоренца и калибровка Кулона. Уравнения для потенциалов в этих калибровках.</p>
P3	Стационарные электромагнитные поля	<p>Электростатика. Электромагнитное поле неподвижных зарядов. Основная задача электростатики. Энергия поля в электростатике. Элементарный электрический заряд и бесконечность энергии электростатического поля элементарного заряда в классической электродинамике.</p> <p>Магнитостатика. Электромагнитное поле постоянных токов. Основная задача магнитостатики. Энергия поля для магнитостатических явлений. Линейные токи. Поле системы линейных токов. Взаимоиндукция и самоиндукция</p> <p>О квазистационарных явлениях.</p>
P4	Электромагнитные волны и их излучение	<p>Электромагнитные волны. Электромагнитное поле в отсутствие источников. Основные характеристики электромагнитных волн. Плоские и сферические волны.</p> <p>Электромагнитные волны в волноводах.</p> <p>Излучение электромагнитных волн.</p> <p>Электромагнитное поле переменных источников. Запаздывающие потенциалы. Опережающие потенциалы.</p> <p>Поле ограниченной системы колеблющихся источников. Статическая, индукционная и волновая зоны. Дипольное излучение. Магнитодипольное и квадрупольное излучения.</p>
P5	Электромагнитное поле и излучение движущегося заряда	<p>Потенциалы Лиенара – Вихерта для поля движущегося заряда. Напряженности поля движущегося заряда. Поле, связанное с зарядом, и поле излучения. Излучение ускоренно движущегося заряда.</p> <p>Потери энергии на излучение в линейных и циклических ускорителях. Рассеяние электромагнитной волны свободным зарядом.</p> <p>Торможение излучением. Лоренцевская сила трения излучением. Естественная ширина спектральных линий.</p> <p>Границы применимости классической электродинамики.</p>

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

Основная литература

- 1 Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.2 Теория поля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2236>.
- 2 Бредов, М.М. Классическая электродинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Топтыгин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2003. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/606>.

Дополнительная литература

1. Новожилов, Ю. В. Электродинамика : [учебное пособие для физических специальностей университетов] / Ю. В. Новожилов, Ю. А. Яппа. — Москва : Наука, 1978. — 351 с. — 22 экз.
2. Левич, В. Г. Курс теоретической физики : [учеб. пособие для физ.-тех. вузов и фак. : в 2 т.] / В. Г. Левич. — Изд. 2-е, перераб. — М. : Наука, 1969. — Т. 1: Теория электромагнитного поля. Теория относительности. Статистическая физика. Электромагнитные процессы в веществе. — 910 с. — 19 экз.
3. Федоров, Н. Н. Основы электродинамики : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Федоров. — Москва : Высшая школа., 1980. — 399 с. — 51 экз.
4. Угаров, В. А. Специальная теория относительности / В.А. Угаров. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Наука, 1977. — 384 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481486>>.
5. Терлецкий, Я. П. Электродинамика : Учеб. пособие для вузов / Я. П. Терлецкий, Ю. П. Рыбаков. — 2-е изд., перераб. — М. : Высшая школа, 1990. — 352 с. — 20 экз.
6. Матвеев, А. Н. Электродинамика : [учебное пособие для физических специальностей университетов] / А. Н. Матвеев. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 1980. — 382 с. — 71 экз.
7. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике : учеб. пособие для вузов / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин ; под ред. М. М. Бредова. — Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : Наука, 1970. — 502 с. — 33 экз.
8. Алексеев, А. И. Сборник задач по классической электродинамике : учеб. пособие для вузов / А. И. Алексеев. — М. : Наука, 1977. — 318 с — 10 экз.
9. Киттель, Ч. Механика = Mechanics : учеб. пособие для вузов / Ч. Киттель, У. Найт, М. Рудерман. — Изд. 3-е, стер. — СПб. [и др.] : Лань, 2005. — 478, [1] с. — 24 экз.
10. Кацнельсон, Михаил Иосифович. Введение в теорию относительности : Учеб. пособие / М. И. Кацнельсон, Б. Х. Ишмухаметов. — Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. ун-та, 1996. — 148 с. — 186 экз.

Методические разработки

Е.А. Памятных, Электродинамика: Специальная теория относительности. Теория электромагнитного поля. [Уч.-метод. пособие]; М-во образования и науки РФ, Ур. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд. Урал. ун-та, 2014. — 72 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

- 1 Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
- 2 Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru
- 3 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
- 4 Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с

4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	
---	----------------------------------	--	--

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для зачета

1. Специальная теория относительности
Исторические предпосылки создания специальной теории относительности. Новый принцип относительности. Относительность одновременности.
Интервал. Инвариантность интервала. Преобразование Лоренца. Сложение скоростей. Сокращение длин и замедление хода часов. Классификация интервалов.
2. Релятивистская механика
Принцип наименьшего действия. Действие для свободной частицы. Функции Лагранжа и Гамильтона. Импульс и энергия частицы. Релятивистское уравнение динамики.
О движениях со скоростями, большими скорости света. Тахионы.
Четырехмерная геометрия. Пространство-время физических событий. Скаляры, векторы, тензоры. Операция свертки. Дифференцирование и интегрирование в четырехмерном пространстве.
Ковариантная запись уравнений механики. Четырехмерные скорость, ускорение, импульс, сила. Преобразование энергии и импульса.
3. Уравнения электромагнитного поля
Заряд частицы и потенциалы электромагнитного поля. Действие для заряда в электромагнитном поле. Уравнение движения для заряда в электромагнитном поле.
Напряженности полей. Сила Лоренца. Функции Лагранжа и Гамильтона для заряда в электромагнитном поле.
Тензор электромагнитного поля и преобразование полей. Инварианты поля. Классификация полей.
Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерная и трехмерная запись уравнений. Интегральная форма записи уравнений электромагнитного поля. Постановка задач теории электромагнитного поля. Граничные условия. Единственность решения уравнений электромагнитного поля. Закон сохранения энергии с учетом электромагнитного поля. Плотность энергии и плотность потока энергии электромагнитного поля.
Потенциалы электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля для потенциалов. Неоднозначность потенциалов. Условие калибровки. Калибровка Лоренца и калибровка Кулона. Уравнения для потенциалов в этих калибровках.
4. Электромагнитное поле в конкретных случаях
Электростатика. Электромагнитное поле неподвижных зарядов. Основная задача электростатики. Энергия поля в электростатике. Элементарный электрический заряд и бесконечность энергии электростатического поля элементарного заряда в классической электродинамике.
Магнитостатика. Электромагнитное поле постоянных токов. Основная задача магнитостатики. Энергия поля для магнитостатических явлений. Линейные токи. Поле системы линейных токов. Взаимоиндукция и самоиндукция.
О квазистационарных явлениях.
Электромагнитные волны. Электромагнитное поле в отсутствие источников. Основные характеристики электромагнитных волн. Плоские и сферические волны. Электромагнитные волны в волноводах. Излучение электромагнитных волн. Электромагнитное поле переменных источников. Запаздывающие потенциалы. опережающие потенциалы.
Поле ограниченной системы колеблющихся источников. Статическая, индукционная и волновая зоны. Дипольное излучение. Магнитодипольное и квадрупольное излучения.
Электромагнитное поле и излучение движущегося заряда. Потенциалы Лиенара – Вихерта для

поля движущегося заряда. Напряженности поля движущегося заряда. Поле, связанное с зарядом, и поле излучения. Излучение ускоренно движущегося заряда.

Потери энергии на излучение в линейных и циклических ускорителях. Рассеяние электромагнитной волны свободным зарядом.

Торможение излучением. Лоренцевская сила трения излучением. Естественная ширина спектральных линий.

5. Границы применимости классической электродинамики.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Статистическая физика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кучинский Эдуард Зямович	доктор физико- математических наук, доцент	Профессор	Кафедра теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кучинский Эдуард Зямович, Профессор кафедры теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные принципы статистики.	Примеры. Основные определения: общее, частное, особое решение. Интегральная кривая. Понятие о задаче Коши и граничной задаче. Геометрическая интерпретация решений.
P2	Распределение Гиббса.	Каноническое распределение Гиббса. Распределение Максвелла. Свободная энергия в распределении Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Вывод термодинамических соотношений из распределения Гиббса.
P3	Идеальный газ.	Распределение Больцмана. Столкновения молекул. Неравновесный идеальный газ. Свободная энергия больцмановского идеального газа. Уравнение состояния идеального газа/ Идеальный газ с постоянной теплоемкостью. Закон распределения. Одноатомный идеальный газ.
P4	Распределения Ферми- и Бозе. Ферми- и Бозе-газы.	Распределение Ферми. Распределение Бозе. Неравновесные Ферми- и Бозе-газы. Основные свойства Ферми- и Бозе-газа. Вырожденный электронный газ. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Вырожденный Бозе-газ, Бозе-конденсация. Статистика фотонного газа.
P5	Конденсированные тела.	Теплоемкость твердых тел. Низкие температуры. Теплоемкость твердых тел. Высокие температуры. Формула Дебая. Квантовая жидкость. Спектр бозевского типа. Сверхтекучесть. Квантовая жидкость. Спектр фермиевского типа.
P6	Неидеальные газы.	Отклонение газов от идеальности. Формула Ван-дер-Ваальса. Термодинамические величины классической плазмы.
P7	Сверхпроводимость.	Сверхтекучий ферми-газ. Энергетический спектр. Сверхтекучий ферми-газ. Термодинамические величины. Уравнения Гинзбурга-Ландау.
P8	Флуктуации.	Распределение Гаусса. Флуктуации основных физических величин. Флуктуации в идеальном газе.

		Флуктуации параметра порядка при фазовых переходах II рода.
P9	Теория линейного отклика	Линейная реакция системы на внешнее возмущение. Формулы Кубо. Электропроводность и магнитная восприимчивость. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига и принцип симметрии Онсагера.
P10	Основные представления современной теории систем многих частиц.	Основные представления современной теории систем многих частиц.

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

Основная литература

- 1 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : Учеб. пособие для вузов. Т. 9. Статистическая физика, ч. 2: Теория конденсированного состояния / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского .— 3-е изд., стер. — М. : Физматлит, 2001 .— 496 с. — 50 экз.
- 2 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: В 10 т. : Учеб. пособие. Т. 5. Статистическая физика, ч. 1 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского .— 5-е изд., стер. — М. : Физматлит, 2001 .— 616 с. — 50 экз.
- 3 Ландау, Л.Д. Курс теоретической физики. Статистическая физика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 616 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2230>.
- 4 Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.1 Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2231>.
- 5 Садовский, Михаил Виссарионович (1948-) . Лекции по статистической физике : [Учеб. пособие для вузов] / М. В. Садовский .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2003 .— 336 с. — 44 экз.

Дополнительная литература

- 1 Мигдал, А. Б. Качественные методы в квантовой теории / А.Б. Мигдал .— Москва : Наука, 1975 .— 335 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450072>>.
- 2 Маттук, Ричард Д. Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел / Р. Д. Маттук ; Пер. с англ. Г. Л. Краско, Р. А. Суриса; Под ред. В. Л. Бонч-Бруевича .— М. : Мир, 1969 .— 366 с. : черт. — Доп. тит. л.: A. guide to Feynman diagrams in the many-body problem. By Richard D. Matluck .— 7 экз.
- 3 5 Кубо, Риого. Статистическая механика : Соврем. курс с задачами и решениями: Пер. с англ. / Р. Кубо ; Сост. Х. Ичимура, Ц. Усуи, Н. Хасизуме; Под ред. Д. Н. Зубарева .— М. : Мир, 1967 .— 452 с. — 8 экз.
- 4 Садовский, Михаил Виссарионович (1948-) . Лекции по статистической физике : [Учеб. пособие для вузов] / М. В. Садовский .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2003 .— 336 с. — 44 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

- 1 Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
- 2 Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru
- 3 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
- 4 Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Аудитории, оснащенные мультимедийной техникой	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Аудитории, оснащенные мультимедийной техникой	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	

		соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	
--	--	---	--

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1.1. Перечень примерных вопросов для экзамена

Билет 1.

1. Теорема Лиувилля
2. Излучение черного тела.

Билет 2.

1. Микроканоническое распределение, роль энергии.
2. Формула Дебая.

Билет 3.

1. Матрица плотности, квантовое уравнение Лиувилля.
2. Вырожденный Бозе-газ. Бозе-конденсация.

Билет 4.

1. Энтропия.
2. Ферми- и Бозе-газы, основные термодинамические формулы.

Билет 5.

1. Каноническое распределение Гиббса.
2. Вырожденный электронный газ.

Билет 6.

1. Распределение Максвелла.
2. Линейная реакция системы на механическое возмущение.

Билет 7.

1. Свободная энергия в распределении Гиббса.
2. Распределение Ферми.

Билет 8.

1. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.
2. Уравнения Гинзбурга-Ландау.

Билет 9.

1. Вывод термодинамических соотношений из распределения Гиббса.
2. Распределение Бозе.

Билет 10.

1. Распределение Больцмана.
2. Теплоемкость твердых тел.

Билет 11.

1. Неравновесный идеальный газ.
2. Электропроводность и магнитная восприимчивость (формулы Кубо)

Билет 12.

1. Свободная энергия больцмановского идеального газа.
2. Неравновесные Ферми- и Бозе-газы.

Билет 13.

1. Уравнение состояния идеального газа.
2. Квантовая Бозе-жидкость, спектр элементарных возбуждений.

Билет 14.

1. Идеальный газ с постоянной теплоемкостью.
2. Сверхтекучесть.

Билет 15.

1. Закон равнораспределения.
2. Основы теории Ферми-жидкости.

Билет 16.

1. Энергетический спектр сверхпроводника.
2. Распределение Гаусса.

Билет 17.

1. Уравнение для энергетической щели в теории сверхпроводимости.
2. Парамагнитная восприимчивость Ферми-газа.

Билет 18.

1. Бозе - конденсация.
2. Одноатомный идеальный газ.

Билет 19.

1. Флуктуации параметра порядка.
2. Теплоемкость вырожденного электронного газа.

Билет 20.

1. Основы микроскопической теории сверхпроводимости (модель БКШ) .
2. Закон возрастания энтропии.

Билет 21.

1. Метод квазичастиц и функции Грина.
2. Каноническое распределение Гиббса.

Билет 22.

1. Диаграммный метод, уравнение Дайсона.
2. Распределение Гиббса и термодинамические соотношения.

Билет 23.

1. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига.
2. Функции Грина при конечной температуре.

Билет 24.

1. Основные свойства Ферми и Бозе распределения.
2. Статистическая сумма и свободная энергия.

Билет 25.

1. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.
2. Теплоемкость вырожденного электронного газа.

Билет 26.

1. Метод молекулярного поля в теории магнетизма.
2. Распределение Гаусса для флуктуаций.

Билет 27.

1. Критические индексы. Скейлинг.
2. Критерий сверхтекучести.

Билет 28.

1. Куперовская неустойчивость.
2. Вырожденный взаимодействующий Бозе-газ (метод Боголюбова).

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретическая механика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Урсулов Андрей Владимирович	кандидат физико- математических наук	Доцент	Кафедра теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Урсулов Андрей Владимирович, Доцент кафедры теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Механика материальной точки.	Материальная точка. Кинематика материальной точки в криволинейных координатах. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Силы.
P2	Механика систем свободных материальных точек.	Уравнения движения системы материальных точек. Внутренние и внешние силы. Интегралы движения. Импульс. Момент импульса. Момент сил. Кинетическая энергия системы. Потенциальная энергия. Полная энергия системы. Теорема вириала.
P3	Механика систем со связями.	Понятие связей и их классификация. Степени свободы механической системы. Движение при наложенных связях. Силы реакции связей. Виртуальные и действительные перемещения. Идеальные связи. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Уравнения Лагранжа первого рода. Принцип Даламбера.
P4	Формализм Лагранжа.	Обобщенные координаты. Скорость и кинетическая энергия в обобщенных координатах. Принцип Гамильтона. Уравнения Лагранжа. Обобщенные силы. Диссипативные силы в обобщенных координатах. Диссипативная функция Релея. Неоднозначности в определении функции Лагранжа. Свойства уравнений Лагранжа. Обобщенно-потенциальные силы. Обобщенный потенциал. Сила Лоренца, как обобщенно-потенциальная сила. Обобщенный импульс. Законы изменения и сохранения обобщенного импульса. Обобщенная энергия. Законы изменения и сохранения обобщенной энергии. Циклические переменные. Связь законов сохранения со свойствами пространства и времени. Понятие о теореме Нетер.
P5	Движение в центральном поле.	Задача двух тел. Центральное поле. Эффективная потенциальная энергия. Закон движения и траектория частицы в центральном поле. Точки поворота траектории. Задача Кеплера. Кулоновское поле. Потенциалы притяжения и отталкивания. Траектории частицы в случае потенциалов притяжения и отталкивания.
P6	Упругое рассеяние.	Рассеяние в центральном поле. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния. Полное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.
P7	Механические колебания.	Положение устойчивого равновесия механических систем. Теорема Лагранжа-Дирихле. Колебания систем с одной степенью свободы. Свободные колебания. Затухающие колебания систем с одной степенью свободы. Аперидическое затухание. Вынужденные

		колебания. Резонанс. Свободные колебания систем со многими степенями свободы. Нормальные координаты и нормальные колебания.
P8	Формализм Гамильтона.	Канонические переменные. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Интегралы движения и законы сохранения в механике Гамильтона. Теорема об интегралах движения (необходимое и достаточное условие того, что функция является интегралом движения). Скобки Пуассона. Канонические уравнения в симметричном виде.
P9	Канонические преобразования.	Вывод канонических уравнений Гамильтона из принципа наименьшего действия. Производящая функция канонического преобразования. Типы производящих функций.
P10	Формализм Гамильтона-Якоби.	Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. Теорема Нетер. Связь законов сохранения со свойствами пространства и времени.
P11	Механика абсолютно твердого тела.	Абсолютно твердое тело. Неподвижная и подвижная системы отсчета. Число степеней свободы абсолютно твердого тела. Угловая скорость. Кинетическая энергия твердого тела. Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Движение твердого тела в неподвижной системе отсчета. Динамические уравнения Эйлера. Углы Эйлера. Кинематические уравнения Эйлера.

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Теоретическая механика [Электронный ресурс] .— Электрон. дан. ([632] Мб) .— [Б. м.] : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", [2004] .— 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) .— (Электронная библиотека) .— Загл. с этикетки диска .— Доступ из сети Научной библиотеки УрГУ

Печатные издания

Основная литература

Основная литература

- 1 Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.1 Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2231>. — Загл. с экрана.
- 2 Голдстейн, Герберт. Классическая механика / Г. Голдстейн ; пер. с англ. А. Н. Рубашова .— Изд. 2-е .— Москва : Наука, 1975 .— 415 с. — 59 экз.
- 3 Коткин, Глеб Леонидович. Сборник задач по классической механике / Г. Л. Коткин, В. Г. Сербо .— 3-е изд. — М. ; Ижевск : РХД, 2001 .— 352 с. — 29 экз.
- 4 Ольховский, Игорь Иванович. Задачи по теоретической механике для физиков : учеб. пособие для вузов / И. И. Ольховский, Ю. Г. Павленко, Л. С. Кузьменков .— СПб. [и др.] : Лань, 2008 .— 390 с. — 22 экз.
- 5 Ольховский, Игорь Иванович. Курс теоретической механики для физиков : [учебник для вузов] / И. И. Ольховский .— Изд. 3-е, доп. и перераб. — Москва : Издательство Московского университета, 1978 .— 574 с. — 39 экз.

- 6 Павленко, Юрий Григорьевич. Задачи по теоретической механике : учеб. пособие для вузов / Ю. Г. Павленко .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003 .— 536 с. — 22 экз.
- 7 Урсулов А.В., Бострем И. Г. Руководство к изучению курса и решению задач по теоретической механике. <https://www.lap-publishing.com/catalog/details//store/gb/book/978-3-659-90363-2/Руководство-к-изучению-курса-и-решению-задач-по-теоретической-механике>

Дополнительная литература

- 1 Павленко, Юрий Григорьевич. Лекции по теоретической механике : учебник для вузов / Ю. Г. Павленко .— 2-е изд., перераб. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002 .— 392 с. — 50 экз.

Методические разработки

- 1 Урсулов, А. В. Теоретическая механика. Решение задач : учебное пособие / А.В. Урсулов ; И.Г. Бострем ; А.А. Казаков .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012 .— 80 с. — ISBN 978-5-7996-0694-7 .—
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239718>>.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

- 1 Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
- 2 Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru
- 3 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
- 4 Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018

			Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line	
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	

Специализированное лабораторное оборудование не требуется

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для экзамена

- 1 Скорость и ускорение в криволинейной системе координат.
- 2 Законы Ньютона.
- 3 Силы: потенциальные, диссипативные, гироскопические, центральные. Примеры.
- 4 Импульс.
- 5 Момент импульса.
- 6 Полная энергия системы частиц.
- 7 Кинетическая энергия, полная потенциальная энергия системы частиц.
- 8 Центральное поле. Эффективный потенциал.
- 9 Уравнения для закона движения и траектории частицы в центральном поле.
- 10 Кулоновское поле. Уравнение траектории частицы движущейся в кулоновском поле.
- 11 Прицельное расстояние и угол рассеяния. Угол рассеяния в центральном поле.
- 12 Дифференциальное эффективное сечение рассеяния. Полное сечение рассеяния.
- 13 Связи. Уравнения голономных связей. Уравнения Лагранжа первого рода.
- 14 Принцип Даламбера.
- 15 Принципы Гамильтона и наименьшего действия.
- 16 Функция Лагранжа. Неоднозначности в определении функции Лагранжа.
- 17 Обобщенные координаты. Скорость и кинетическая энергия в обобщенных координатах.
- 18 Уравнения Лагранжа.
- 19 Обобщенный импульс.
- 20 Обобщенная энергия.
- 21 Обобщенно-потенциальная сила. Обобщенный потенциал, функция Лагранжа и обобщенный импульс частицы в электромагнитном поле.
- 22 Циклические переменные. Связь циклических переменных с законами сохранения.
- 23 Условие возникновения малых колебаний. Нормальные колебания и нормальные координаты. Функция Лагранжа в произвольных обобщенных и нормальных координатах.
- 24 Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Функция Гамильтона частицы в электромагнитном поле.
- 25 Скобки Пуассона. Фундаментальные скобки Пуассона. Запись уравнений Гамильтона через скобки Пуассона.
- 26 Канонические преобразования. Производящая функция. Типы производящих функций.
- 27 Действие как функция координат и времени. Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби.
- 28 Теорема Нётер. Связь законов сохранения со свойствами пространства и времени.
- 29 Абсолютно твердое тело. Угловая скорость.
- 30 Тензор инерции.
- 31 Кинетическая энергия и момент импульса абсолютно твердого тела.
- 32 Динамические уравнения Эйлера.
- 33 Кинематические уравнения Эйлера.
- 34 Неинерциальная система отсчета. Силы инерции.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Термодинамика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Александр Васильевич	кандидат физико- математических наук	Доцент	Кафедра теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кузнецов Александр Васильевич, Доцент кафедры теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1.T1	Введение	Предмет курса. Макроскопические системы. Тепловое движение. Феноменологический характер термодинамики, ее математический аппарат. Основные положения термодинамики. Внешние и внутренние термодинамические параметры. Термодинамическое состояние, число термодинамических степеней свободы. Состояние термодинамического равновесия. Функции состояния и функции процессов. Экстенсивные и интенсивные параметры. Жесткие и податливые, адиабатические и диатермические стенки. Изолированная система. "Общее начало" термодинамики. Флуктуации. Транзитивность термодинамического равновесия. Термометр. "Нулевое начало" термодинамики. Эмпирическая температура. Различные термометрические шкалы. Газовый термометр. Релаксация. Время релаксации. Равновесный процесс. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Термодинамические силы. Термические и калорическое уравнения состояния.
P1.T2	Первое начало термодинамики.	Внутренняя энергия. Работа и теплота. Термодинамические силы. Термические и калорическое уравнения состояния. Исходные формулировки первого начала. Уравнение первого начала. Теплоемкости и скрытые теплоты. Связь между теплоемкостями. Термостат. Равновесный элемент теплоты как форма Пфаффа. Основные термодинамические процессы и их уравнения. Теплоемкости и модули упругости. Теплоёмкости и температурная зависимость тепла, выделяющегося при химических реакциях.
P1.T3	Второе начало термодинамики	Взаимное превращение теплоты и работы. Второе начало термодинамики. Компенсация. Формулировка Кельвина. Обратимые и необратимые процессы. Принцип адиабатической недостижимости Каратеодори. Теорема Каратеодори. Энтропия и абсолютная температура. Связь между абсолютной и эмпирической температурами. Независимость абсолютной температуры от выбора термометрического тела. Основное уравнение равновесной термодинамики. Вычисление энтропии. Второе начало для неравновесных процессов. Связь между уравнениями состояния. Коэффициент полезного действия тепловых машин. Холодильная установка. Тепловой насос. Цикл

		Карно. Формулировка Клаузиуса. Границы применимости второго начала.
P2	Методы термодинамики	
P2.T1	Метод термодинамических потенциалов	Метод циклов и метод термодинамических потенциалов. Внутренняя энергия как потенциал. Свободная энергия. Потенциал Гиббса. Энтальпия. Уравнения Гиббса - Гельмгольца. Химический потенциал. Большой потенциал. Уравнение Гиббса – Дюгема.
P3	Приложения термодинамики	
P3.T1	Условия термодинамического равновесия	Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты. Общие условия равновесия. Стабильные и метастабильные равновесия. Условия равновесия двухфазной системы. Условия устойчивости равновесия однофазной системы. Максимальная работа.
P3.T2	Растворы	Концентрация раствора. Растворимость. Потенциал Гиббса слабого раствора. Химические потенциалы растворителя и растворённого вещества. Законы Рауля. Методы очистки вещества. Осмос. Формула Вант-Гоффа.
P3.T3	Фазовые переходы	Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Тройная точка. Критическая точка. Явления перегрева и переохлаждения. Правило фаз Гиббса. Принцип Ле-Шателье - Брауна. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Теория молекулярного поля Вейсса. Теория Ландау. Переход ферромагнетик-парамагнетик. Критические явления. Критические показатели. Неравенство Рашбрука. Гипотеза подобия. Роль флуктуаций.
P4	Третье начало термодинамики	
P4.T1	Третье начало термодинамики	Формулировка Нернста – Планка. Недостижимость абсолютного нуля температуры. Поведение физических величин при стремлении абсолютной температуры к нулю.

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

Основная литература

- 1 Базаров, И. П. Термодинамика / И. П. Базаров .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1991 .— 376 с. — 18 экз.
- 2 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : Учеб. пособие для вузов. Т. 9. Статистическая физика, ч. 2: Теория конденсированного состояния / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского .— 3-е изд., стер. — М. : Физматлит, 2001 .— 496 с. — 50 экз.
- 3 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: В 10 т. : Учеб. пособие. Т. 5. Статистическая физика, ч. 1 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского .— 5-е изд., стер. — М. : Физматлит, 2001 .— 616 с. — 50 экз.
- 4 Кубо, Р. Термодинамика : соврем. курс с задачами и решениями / Р. Кубо ; сост. Х. Ичимура, Ц. Усуи, Н. Хасизуме ; пер. с англ. А. Г. Башкирова, Е. Е. Тареевой ; под ред. Д. Н. Зубарева, Н. М. Плакиды .— М. : Мир, 1970 .— 304 с. — 21 экз.

Дополнительная литература

- 1 Терлецкий, Яков Петрович. Статистическая физика : Учеб. пособие для вузов / Я.П. Терлецкий .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Высшая школа, 1973 .— 278 с. — 17 экз.
- 2 Кричевский, Исаак Рувимович. Понятия и основы термодинамики / И. Р. Кричевский .— 2-е изд., пересмотр. и доп. — М. : Химия, 1970 .— 439 с. — 6 экз.

Методические разработки

Термодинамика : Метод. указания для студентов 4 курса / Сост. А. В. Кузнецов, Ю. Д. Панов .— Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. ун-та, 1999 .— 59 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

- 1 Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
- 2 Электронная библиотека УрФУ orac.urfu.ru
- 3 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
- 4 Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Аудитории, оснащенные мультимедийной техникой	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Аудитории, оснащенные мультимедийной техникой	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	

Специализированное лабораторное оборудование не требуется

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для экзамена

- 1 Первое начало термодинамики. Теплоемкости и скрытые теплоты.
- 2 Основные термодинамические процессы. Уравнение политропы.
- 3 Второе начало термодинамики. Принцип Каратеодори.
- 4 Энтропия. Связь между эмпирической и абсолютной температурами.
- 5 Основное уравнение равновесной термодинамики. Термические и калорическое уравнения состояния и их взаимосвязь.
- 6 КПД тепловых двигателей. Цикл Карно. КПД цикла Карно.
- 7 Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов.
- 8 Метод термодинамических потенциалов. Внутренняя и свободная энергии, энтальпия. Уравнения Гиббса – Гельмгольца.
- 9 Термодинамический потенциал Гиббса, химический потенциал и большой потенциал. Уравнение Гиббса – Дюгема.
- 10 Условия равновесия изолированной двухфазной системы одного вещества.
- 11 Условия устойчивости равновесия однофазной системы
- 12 Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.
- 13 Правило фаз Гиббса.
- 14 Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.
- 15 Термодинамика перехода парамагнетизм – ферромагнетизм.
- 16 Критические показатели. Неравенство Рашбрука.
- 17 Третье начало термодинамики и его следствия.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовая теория

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	профессор	Кафедра теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, профессор кафедры теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Краткая история возникновения и развития квантовых представлений	Квантовая гипотеза Планка о дискретности излучения и поглощения света. Формула Планка. Кванты свободного электромагнитного поля – фотоны и теория фотоэффекта Эйнштейна. Теория Бора атома водорода и пространственное квантование Зоммерфельда–Вильсона. Гипотеза Луи де Бройля о волновых свойствах материи. Матричная механика Гейзенберга и волновая механика Шредингера. Вероятностная трактовка волновой функции Борном. Гипотеза Уленбека и Гаудсмита о спине электрона. Релятивистское уравнение Дирака. Основы квантовой теории систем многих частиц. Решающие эксперименты по проверке квантовых представлений.
P2	Основные принципы и постулаты квантовой механики.	Волновая функция. Принцип суперпозиции. Операторы в квантовой механике, их связь с физическими наблюдаемыми величинами. Операторный формализм. Понятие измерения. Среднее значение физической величины. Неопределенность физической величины. Соотношение неопределенностей и его физический смысл.
P3	Преобразования в квантовой механике	Преобразование координат и преобразования физической системы. Группы преобразований. Понятие группы и представление групп. Примеры групп, используемых в квантовой механике. Симметрия и законы сохранения в квантовой механике. Теорема Вигнера о связи собственных значений энергии и волновых функций с неприводимыми представлениями группы симметрии системы. Преобразование сдвига и оператор импульса. Однородность пространства и закон сохранения импульса. Преобразование поворота в трехмерном пространстве и оператор момента импульса. Преобразование скалярных и тензорных функций. Преобразование векторной функции. Оператор спина. Изотропность пространства и закон сохранения момента импульса.
P4	Математический аппарат теории момента количества движения	Коммутационные соотношения для компонент момента. Операторы повышения и понижения. Квантовое число момента и его возможные значения. Матричные элементы оператора момента. Матрицы Паули и их свойства. Векторная модель сложения моментов. Правило треугольника. Коэффициенты

		векторного сложения моментов (коэффициенты Клебша–Гордана), их свойства.
P5	Уравнение Шредингера	Уравнение Шредингера как обобщение классического уравнения Гамильтониан–Якоби. Уравнение Шредингера и вариационный принцип. Плотность вероятности и плотность потока вероятности. Стационарное решение уравнения Шредингера, свойства стационарных состояний. Квазистационарное состояние.
P6	Простейшие и точно решаемые задачи квантовой механики	Одномерное движение, общие свойства решений. Потенциальные ямы и барьеры. Туннелирование. Гармонический осциллятор, спектр энергии и волновые функции. Два метода анализа («традиционный» и метод бозе–операторов). Движение частицы в центральном поле. Разделение радиальных и угловых переменных. Сферические функции. Пространственный ротатор. Нерелятивистская теория атома водорода. Энергетический спектр. Волновые функции. Распределение электронной плотности в различных nlm – состояниях. Особенности s, p, d – состояний. Гибридизация и типы гибридных орбиталей. Элементы квантовой химии, молекулярные орбитали.
P7	Теория возмущений	Стационарная теория возмущений. Невырожденный уровень. Вырожденный уровень. Теория возмущений для двух близких уровней. Эффективные гамильтонианы. Псевдоспиновый формализм Теория возмущений, зависящих от времени. Квантовые переходы, вероятность перехода. Основные уравнения нестационарной теории возмущений. Общий вид решения основного уравнения. Матрица рассеяния. Квантовые переходы под действием «постоянного» и периодического возмущения. «Золотое» правило Ферми. Закон сохранения энергии и соотношение неопределенностей энергия–время.
P8	Избранные главы квантовой теории	Элементы квантовой теории упругого рассеяния. Взаимодействие квантовой системы с электромагнитным полем, правила отбора. Уравнение Дирака и основы релятивистской квантовой механики. Спин. Релятивистские поправки. Тонкая структура спектра атома водорода. Элементы квантовой теории систем многих частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Элементы теории многоэлектронного атома.

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Квантовая механика [Электронный ресурс] .— Электрон. дан. ([653] Мб) .— [Б. м.] : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", [2003] .— 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) .— (Электронная библиотека) .— Загл. с этикетки диска .— Доступ из сети Научной библиотеки УрГУ .— <URL:<http://lib.usu.ru/storage/1310985/>>.

Печатные издания

Основная литература

- 1 Давыдов, А. С. Квантовая механика : учеб. пособие для ун-тов / А. С. Давыдов .— 2-е изд., испр., перераб. — М. : Наука, 1973 .— 704 с. : ил. — Библиогр.: с. 695-698 .— 1-73 .— 17-00 .— 22-00 .— 30-00 .— 40-00. — 56 экз.
- 2 Елютин, Павел Вячеславович. Квантовая механика с задачами : Учеб. пособие / П. В. Елютин, В. Д. Кривченков ; Под ред. Н. Н. Боголюбова .— М. : Наука, 1976 .— 334 с. — 0-71 .— 2520-00 .— 20-00. — 41 экз.
- 3 Соколов, А. А. Квантовая механика / А.А. Соколов .— Изд. 2-е .— М. : Издательство Просвещение, 1965 .— 641 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474073>>.
- 4 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. : учеб. пособие для физ. специальностей вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц .— М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001 .— Т. 3: Квантовая механика (нерелятивистская теория) / под ред. Л. П. Питаевского .— 2001 .— 803 с. .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2380>.
- 5 Мессиа, А. Квантовая механика. Т. 1 / А. Мессиа ; Ред. Л. Д. Фаддеев; Пер. с фр. В. Т. Хозяинова .— М. : Наука, 1978 .— 480 с., 39 ил. — 2-30 .— 20-00. — 15 экз.
- 6 Мессиа, А. Квантовая механика. Т. 2 / А. Мессиа ; Пер. с фр. П. П. Кулиша под ред. Л. Д. Фаддеева .— М. : Наука : Гл. ред. физ.-мат. лит., 1979 .— 584 с. — 2-90 .— 30-00. — 27 экз.
- 7 Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики : / Д. И. Блохинцев .— Москва : Лань, 2004 .— 664 с. .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=619>.
- 8 Шпольский, Э. В. Атомная физика : учеб. пособие : в 2 т. Т. 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома / Э. В. Шпольский .— 5-е изд., перераб. — М. : Наука, 1984 .— 438 с. — 12 экз.
- 9 Гольдман, И. И. Сборник задач по квантовой механике / И.И. Гольдман ; В.Д. Кривченков .— Москва : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1957 .— 274 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257398>>.
- 10 Галицкий, В. М. Задачи по квантовой механике : учеб. пособие для вузов / В. М. Галицкий, Б. М. Карнаков, В. И. Коган .— М. : Наука : Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981 .— 648 с. — 20 экз.

Дополнительная литература

- 1 Бом, Д. Квантовая теория / Д. Бом ; Пер. с англ. Л. А. Шубиной; Под ред. С. В. Вонсовского .— М. : Физматгиз, 1961 .— 728 с. — 6 экз.
- 2 Гейзенберг, В. Современная квантовая механика / В. Гейзенберг ; Э. Шредингер ; П. Дирак .— М. |Л. : Государственное технико-теоретическое изд-во, 1934 .— 75 с. — ISBN 978-5-9989-0595-7 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45428>>.
- 3 Липкин, Г. Квантовая механика. Новый подход к некоторым проблемам : Пер. с англ. / Г. Липкин ; Ред. пер. В. В. Толмачев .— М. : Мир, 1977 .— 592 с. — 8 экз.
- 4 Медведев, Б. В. Начала теоретической физики. Механика, теория поля, элементы квантовой механики : / Б. В. Медведев .— Москва : Физматлит, 2007 .— 598 с. — <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59454>.
- 5 Паули, В. Труды по квантовой теории : Статьи 1928-1958 / В. Паули .— Москва : Наука, 1977 .— 697 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427242>>.
- 6 Ферми, Э. Квантовая механика : (конспект лекций) / Энрико Ферми .— 2-е изд. — М. : Мир, 1968 .— 366 с. — Факс. изд. на англ. яз. с парал. пер. на рус. яз. — 9 экз.
- 7 Фок, Владимир Александрович. Начала квантовой механики / В. А. Фок .— 2-е изд., доп. — М. : Наука, 1976 .— 376 с. — 16 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

- 1 Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
- 2 Электронная библиотека УрФУ opac.urfu.ru
- 3 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
- 4 Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>
- 5 www.math-atlas.org. The Mathematical Atlas. Доступ свободный.
- 6 arxiv.org. arXiv, Cornell University. Доступ свободный.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Эрмитовы операторы в квантовой механике. Смысл собственных значений и собственных функций. Вырождение в квантовой механике.
2. Матрицы Паули и их свойства.
3. Перестановочные соотношения в квантовой механике. Примеры.
4. Соотношение неопределенностей. Примеры.
5. Принцип суперпозиции.
6. Вероятностный смысл волновой функции.
7. Измерение в квантовой механике. Среднее значение.
8. Симметрия и законы сохранения в квантовой механике.
9. Преобразование сдвига и оператор импульса.
10. Преобразование поворота и оператор момента количества движения.
11. Уравнение Шредингера. Плотность вероятности и плотность потока вероятности.
12. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния.
13. Представления зависимости от времени в квантовой механике. Уравнение Гейзенберга.
14. Гармонический осциллятор.
15. Движение в центральном поле.
16. Пространственный ротатор.
17. Атом водорода.
18. Стационарная теория возмущений. Невырожденный уровень.
19. Стационарная теория возмущений. Вырожденный уровень.
20. Основы нестационарной теории возмущений.
21. Квантовые переходы. Золотое правило Ферми.
22. Элементы теории упругого рассеяния.
23. Релятивистский электрон. Уравнение Дирака.
24. Магнитный момент электрона.
25. Спин-орбитальное взаимодействие.
26. Тонкая структура спектра атома водорода.
27. Элементы квантовой теории систем многих частиц. Перестановочная симметрия. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
28. Обменное взаимодействие Гейзенберга.
29. Элементы теории многоэлектронного атома. Термы, мультиплеты.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы математической физики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Панов Юрий Демьянович	кандидат физико- математических наук	Доцент	Кафедра теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Панов Юрий Демьянович, Доцент кафедры теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Функциональные пространства. Теорема Фурье.	<p>Метрическое пространство – аксиомы, примеры, неравенство Коши-Буняковского-Шварца. Сходимость в метрическом пространстве. Фундаментальная последовательность. Полное метрическое пространство; примеры. Принцип сжимающих отображений (формулировка). Непрерывность метрики. Ограниченные и компактные множества. Теорема Хаусдорфа. Линейное пространство – аксиомы. Линейно независимая система. Нормированное пространство – аксиомы, примеры. Банахово пространство. Непрерывность нормы. Сходимость ряда в нормированном пространстве. Аксиомы скалярного произведения. Гильбертово пространство; примеры. Равенство параллелограмма. Связь гильбертова, нормированного и метрического пространства. Непрерывность скалярного произведения. Ортогональные вектора, их свойства. Процесс ортогонализации по Шмидту. Важнейшие системы классических ортогональных полиномов. Теорема об ортогональном разложении (формулировка). Полная система и базис. Пример: различие полной системы и базиса. Достаточный признак полноты системы в гильбертовом пространстве. Теорема Фурье.</p>
P2	Операторы в гильбертовом пространстве. Теорема Гильберта.	<p>Линейные операторы в гильбертовом пространстве; примеры. Алгебра линейных операторов. Ограниченные операторы, норма оператора. Линейные операторы, непрерывные в точке. Лемма о линейном непрерывном операторе. Теорема о равносильности ограниченности и непрерывности линейного оператора. Примеры: оператор дифференцирования и интегральный оператор в L_2. Вполне непрерывные операторы. Ограниченность (непрерывность) вполне непрерывного оператора. Примеры: единичный оператор в бесконечномерном пространстве, конечномерный оператор. Лемма о произведении непрерывного и вполне непрерывного оператора. Лемма об операторе, обратном вполне непрерывному. Теорема о пределе последовательности вполне непрерывных операторов (формулировка). Задача на собственные значения. Неотрицательные операторы. Симметричные операторы. Пример: оператор дифференцирования в L_2. Свойства симметричных операторов. Свойства симметричных вполне непрерывных операторов. Теорема Гильберта. Пример симметричного вполне непрерывного оператора:</p>

		интегральный оператор Фредгольма с симметричным ядром.
P3	Основные линейные уравнения математической физики	Основные линейные уравнения математической физики: уравнение колебаний струны (вывод), уравнение теплопроводности (вывод). Граничные и начальные условия для уравнения колебаний и уравнения теплопроводности. Уравнения Лапласа, Пуассона, Гельмгольца, Шредингера.
P4	Классификация уравнений в частных производных 2-го порядка	Математическая классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных 2-го порядка в точке. Связь физической и математической классификации уравнений. Приведение к каноническому виду уравнений с постоянными коэффициентами. Приведение к каноническому виду в случае двух переменных в области. Пример: уравнение Трикоми.
P5	Постановка основных краевых задач для уравнений математической физики	Постановка основных краевых задач для уравнений математической физики: задача Коши, краевая задача в узком смысле, смешанная задача. Постановка внешних краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона. Условия излучения для уравнения Гельмгольца. Корректно и некорректно поставленные задачи математической физики. Пример Адамара. Принцип максимума для гармонических функций и единственность решения краевых задач для уравнения Пуассона. Принцип максимума и единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Интеграл энергии и единственность решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны в случае закрепленных концов.
P6	Свойства дифференциального оператора основных классических уравнений математической физики. Задача Штурма–Лиувилля	Первая и вторая формула Грина. Свойства линейного дифференциального оператора основных классических уравнений математической физики, его собственных значений и собственных функций. Решение задачи на собственные значения методом разделения переменных. Задача Штурма–Лиувилля. Построение функции Грина краевой задачи для ОДУ. Свойства функции Грина. Сведение задачи Штурма–Лиувилля к задаче на собственные значения для интегрального оператора Фредгольма с симметричным ядром.
P7	Решение краевых задач для уравнений математической физики методом Фурье	Применение метода Фурье для решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности и уравнения колебаний. Случай неоднородных граничных условий. Применение специальных функций в задачах с цилиндрической симметрией: задача о колебаниях круглой мембраны. Применение специальных функций в задачах со сферической симметрией: задача об остывании шара. Применение метода Фурье для краевой задачи в узком смысле. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге. Формула Пуассона.
P8	Задача Коши	Задача Коши для одномерного волнового уравнения. Метод Даламбера. Бегущие волны. Принцип Дюамеля для волнового уравнения. Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона. Свойства фундаментального решения для уравнения теплопроводности. Принцип Дюамеля для уравнения теплопроводности. Задача Коши для трехмерного волнового уравнения. Формула Пуассона.

P9	Основные нелинейные уравнения математической физики	Источники нелинейности в задачах математической физики: граничные условия, зависимость свободного члена уравнения, зависимость коэффициентов уравнения, учет дисперсии в волновых процессах. Квазилинейные и нелинейные уравнения. Основные нелинейные уравнения математической физики: уравнение Бюргерса, синус–Гордона, Кортевега – де Фриза, нелинейное уравнение Шредингера. Методы решения нелинейных уравнений: квазилинейные уравнения 1-го порядка, нелинейные уравнения 1-го порядка, автомодельные решения, бегущие волны. Примеры решения уравнений и задачи Коши.
----	---	--

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

Основная литература

1. Лекции по уравнениям и методам математической физики : [учеб. пособие] / А. Ф. Никифоров .— Долгопрудный : Интеллект, 2009 .— 136 с. — 31 экз.
2. Танкеев, А. П. Дифференциальные уравнения математической физики для начинающих / А. П. Танкеев, М. А. Борич ; Ин-т физики металлов УрО РАН .— Екатеринбург : УрО РАН, 2012 .— 448 с. : ил. — 10 экз.

Дополнительная литература

- 1 Методы нелинейной математической физики : [учеб. пособие] / Н. А. Кудряшов .— Долгопрудный: Интеллект, 2010 .— 368 с. — 5 экз.
- 2 Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов .— 2-е изд., стер. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004 .— 400 с. — 53 экз.
- 3 Сборник задач по уравнениям математической физики / В. С. Владимиров, А. А. Варшавин, Х. Х. Каримова и др. ; Под ред. В. С. Владимирова .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001 .— 288 с. — 52 экз.
- 4 Шилов, Г. Е. Математический анализ / Г.Е. Шилов .— 2-е изд. — Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1961 .— 436 с. — ISBN 978-5-4458-7129-3 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230807>.
- 5 Садовничий, В. А. Теория операторов : [учебник для вузов с углубленным изучением математики] / В. А. Садовничий ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова .— 5-е изд., стер. — М. : Дрофа : Изд-во Моск. ун-та, 2004 .— 381 с. — 10 экз.
- 6 Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов ; А.А. Самарский .— Изд. 5-е, стереотип. — Москва : Наука, 1977 .— 734 с. — <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468275>.
- 7 Кошляков, Н. С. Уравнения в частных производных математической физики / Н.С. Кошляков ; Э.Б. Глинер ; М.М. Смирнов .— Изд. 2-е .— Москва : Высшая школа, 1970 .— 712 с. — <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468207>.

- 8 Будак, Б.М. Сборник задач по математической физике : : Учеб.пособие .— Москва : Физматлит, 2004 .— 688 с. .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63669>

Методические разработки

- 1 Панов, Ю. Д. Математическая физика. Методы решения задач : учеб. пособие для вузов / Ю. Д. Панов, Р. Ф. Егоров .— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2005 .— 148 с. — 125 экз.
- 2 Егоров, Р. Ф. Математическая физика. Инвариантные решения : учеб. пособие для вузов / Р. Ф. Егоров, Ю. Д. Панов .— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2008 .— 230 с. — 49 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

1. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>
2. Электронная библиотека УрФУ opac.urfu.ru
3. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
4. Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>
5. www.math-atlas.org. The Mathematical Atlas. Доступ свободный.
6. arxiv.org. arXiv, Cornell University. Доступ свободный.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	

3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для экзамена

- 1 Аксиомы метрического пространства. Ограниченные и компактные множества в метрическом пространстве. Теорема Хаусдорфа.
- 2 Аксиомы нормированного пространства. Банахово пространство. Непрерывность нормы.
- 3 Аксиомы скалярного произведения. Гильбертово пространство. Свойства ортогональных векторов.
- 4 Теорема об ортогонализации по Шмидту.
- 5 Полная система, базис. Теорема Фурье.
- 6 Линейный оператор. Лемма о равносильности ограниченности и непрерывности линейного оператора.
- 7 Симметричный оператор: определение и свойства.
- 8 Свойства симметричного вполне непрерывного оператора.
- 9 Теорема Гильберта.
- 10 Уравнение теплопроводности (вывод). Граничные и начальные условия для уравнения теплопроводности.
- 11 Основные ДУ математической физики: уравнение колебаний, уравнение теплопроводности, стационарное уравнение (уравнение Лапласа и Пуассона); уравнения Шредингера и Гельмгольца.
- 12 Математическая классификация ЛДУ в частных производных 2-го порядка в точке.
- 13 Приведение к каноническому виду ЛДУ в частных производных 2-го порядка с постоянными коэффициентами.
- 14 Связь физической и математической классификации ЛДУ в частных производных 2-го порядка.
- 15 Приведение к каноническому виду ЛДУ в частных производных 2-го порядка в случае двух переменных в области.
- 16 Три основных типа краевых задач: задача Коши, краевая задача в узком смысле, смешанная задача. Конкретная постановка задач для каждого типа уравнений.
- 17 Корректность постановки краевых задач. Принцип максимума и единственность решения внутренней задачи Дирихле для уравнения Лапласа.
- 18 Корректность постановки краевых задач. Единственность решения смешанной задачи для уравнения колебаний струны в случае закрепленных концов.
- 19 Первая и вторая формулы Грина. Свойства оператора L , его собственных функций и собственных значений.
- 20 Задача на собственные значения для оператора L . Решение задачи на собственные значения методом разделения переменных. Полнота системы собственных функций.
- 21 Постановка задачи Штурма-Лиувилля. Вид функции Грина.
- 22 Свойства функции Грина задачи Штурма-Лиувилля. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к задаче на собственные значения для оператора Фредгольма.
- 23 Решение смешанной задачи для уравнения теплопроводности методом Фурье.
- 24 Решение смешанной задачи для уравнения колебаний методом Фурье.
- 25 Применение метода Фурье для решения краевой задачи в узком смысле.
- 26 Задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге. Формула Пуассона.
- 27 Задача о колебаниях круглой мембраны.
- 28 Задача об остывании шара.
- 29 Решение задачи Коши для одномерного однородного волнового уравнения методом Даламбера.
- 30 Решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения (принцип Дюамеля).
- 31 Решение задачи Коши для одномерного однородного уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона.

- 32 Решение задачи Коши для неоднородного уравнения теплопроводности (принцип Дюамеля).
- 33 Задача Коши для трехмерного волнового уравнения. Формула Пуассона.
- 34 Методы решения квазилинейных уравнений 1-го порядка.
- 35 Источники нелинейности в задачах математической физики. Основные нелинейные уравнения математической физики.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Механика сплошных сред

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Черняк Владимир Григорьевич	доктор физико- математических наук	Профессор	Кафедра общей и молекулярной физики (Кафедра физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем?)

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Черняк Владимир Григорьевич, Профессор кафедры общей и молекулярной физики (физики конденсированного состояния и наноразмерных систем?)**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Элементы векторного и тензорного анализа	Скаляры и векторы. Скалярное и векторное поле. Действия с векторами. Тензоры. Преобразование координат. Символ Кронекера. Ранг тензора. Симметричный и антисимметричный тензоры. Действия с тензорами. Шпур (след) тензора. Бездивергентный тензор.
P2	Предмет механики сплошных сред	Модели механического движения. Модель сплошной среды. Бесконечно малый элемент объема и бесконечно малый промежуток времени в МСС. Пределы применимости МСС.
P3	Кинематика сплошной среды	Векторы деформации и относительной деформации. Однородная линейная деформация. Тензор относительной деформации. Тензор деформации и тензор поворота. Физический смысл тензора поворота. Главные деформации среды. Чистая деформация. Относительное изменение элемента объема деформируемого тела. Геометрические свойства линейных деформаций. Эллипсоид деформации. Тензор теплового расширения. Коэффициенты линейного теплового расширения. Коэффициент объемного расширения. Теорема Коши-Гельмгольца.
P4	Тензор напряжений	Силы массовые, объемные и поверхностные. Напряженность поверхностных сил. Тензор напряжений. Всестороннее равномерное сжатие. Давление. Результирующая сила, действующая на единицу объема деформируемого тела.
P5	Термодинамика деформирования	Работа внутренних сил. Деформация как обратимый процесс. Основное термодинамическое равенство. Изменение внутренней и свободной энергии среды при деформациях. Определение тензора напряжений через производную от свободной энергии по компонентам тензора деформаций.
P6	Закон Гука	Свободная энергия единицы объема деформированного изотропного тела. Коэффициенты Ламэ. Тензор сдвига. Тензор всестороннего сжатия. Модуль всестороннего сжатия. Модуль сдвига. Закон Гука. Относительное изменение объема при всестороннем равномерном сжатии. Изменение свободной энергии при деформациях. Однородная деформация. Растяжение стержня. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Пределы изменения коэффициента Пуассона. Свободная энергия растянутого стержня. Диаграмма растяжения. Предел пропорциональности. Предел

		упругости. Предел текучести. Предел прочности. Запас прочности.
P7	Неизотермические деформации	Свободная энергия неизотермического деформирования. Обобщенный тензор напряжений для изотропного тела. Адиабатические и изотермические модули.
P8	Уравнение равновесия деформированного тела	Уравнение равновесия изотропных тел. Граничные условия.
P9	Фундаментальная система уравнений движения сплошной среды	Тензор скоростей деформации. Тензор скоростей поворота. Дифференцирование по времени интеграла по подвижному объему. Понятие индивидуального объема сплошной среды. Уравнение непрерывности. Интегральная и дифференциальная форма уравнения непрерывности. Несжимаемая среда. Уравнение движения сплошной среды. Субстанциональное и локальное описание движения сплошной среды. Уравнение момента количества движения в МСС. Симметрия тензора напряжений. Тензор плотности потока импульса. Плотность теплового потока. Уравнение сохранения внутренней энергии. Уравнение сохранения внутренней энергии в случае всестороннего равномерного сжатия. Вектор плотности потока полной энергии (вектор Умова). Термическое и калорическое уравнения состояния. Феноменологический закон теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. Тензор вязких напряжений. Коэффициенты сдвиговой и объемной вязкости среды. Фундаментальная замкнутая система уравнений движения сплошной среды.
P10	Модели сплошной среды	Твердое тело, жидкость и газ в механике сплошной среды. Релаксация напряжений. Тензор вязких напряжений. Ньютоновские жидкости. Полный тензор напряжений для жидкостей и газов. Упругие волны.
P11	Элементы гидродинамики идеальной жидкости	Модель идеальной жидкости. Уравнение Эйлера. Замкнутая система уравнений движения идеальной жидкости. Изэнтропическое движение. Граничное условие непротекания. Уравнение Громека. Потенциальное и вихревое движение. Линия тока и траектория. Трубка тока. Уравнение Бернулли для потенциального и вихревого движения идеальной жидкости.

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)
ЭОР портала edu.ru

Печатные издания

Основная литература

1. Черняк, Владимир Григорьевич. Механика сплошных сред : учеб. пособие для вузов / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 352 с. : ил. — Допущено М-вом образования и науки РФ. — Библиогр.: с. 350. — ISBN 5-9221-0714-3. — 99 экз.
2. Ландау, Лев Давидович. Теоретическая физика : учебное пособие для студентов физ. специальностей ун-в : в 10 т. / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. — Т. 7: Теория упругости / под ред. Л.П. Питаевского. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 259 с. — <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2233>.
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : В 10 т. Гидродинамика / Л. Д.Ландау ; Под ред. Л. П. Питаевского. — Москва : Физматлит, 2001. — 736 с. — <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2232>.

Дополнительная литература

1. Седов, Леонид Иванович. Механика сплошной среды : Учебник для студентов ун-тов и втузов. Т. 1 / Л. И. Седов. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Наука, 1976. — 536 с. — 47 экз.
2. Победря, Борис Ефимович. Основы механики сплошной среды : курс лекций : учеб. пособие для вузов / Б. Е. Победря, Д. В. Георгиевский. — М. : Физматлит, 2006. — 272 с. — 10 экз.
3. Горшков, Анатолий Герасимович. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды : Учебник / А. Г. Горшков, Л. Н. Рабинский, Д. В. Тарлаковский ; Под ред. Д. М. Климова; РАН, Ин-т проблем механики. — М. : Наука, 2000. — 214 с. — 10 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

1. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>
2. Электронная библиотека УрФУ <opac.urfu.ru>
3. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <study.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864- 2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО;

		Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций	Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для зачета

- 1 Деформация. Векторы деформации и относительной деформации. Однородная линейная деформация. Тензор относительной деформации.
- 2 Тензор деформации и тензор поворота.
- 3 Главные деформации среды. Чистая деформация. Относительное изменение элемента объема деформируемого тела.
- 4 Температурная деформация. Тензор теплового расширения. Коэффициенты линейного теплового расширения. Коэффициент объемного расширения.
- 5 Силы массовые, объемные и поверхностные. Напряженность поверхностных сил.
- 6 Тензор напряжений. Всестороннее равномерное сжатие.
- 7 Результирующая сила, действующая на единицу объема деформированного тела.
- 8 Работа внутренних сил. Основное термодинамическое равенство. Определение тензора напряжений через производную от свободной энергии по компонентам тензора деформаций.
- 9 Свободная энергия единицы объема деформированного изотропного тела. Коэффициенты Ламэ. Модуль всестороннего сжатия. Модуль сдвига.
- 10 Закон Гука. Относительное изменение объема.
- 11 Однородная деформация. Растяжение стержня. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона.
- 12 Диаграмма растяжения. Предел пропорциональности. Предел упругости. Предел текучести. Предел прочности. Запас прочности.
- 13 Свободная энергия неизотермического деформирования. Обобщенный тензор напряжений для изотропного тела. Адиабатические и изотермические модули.
- 14 Уравнение равновесия изотропных тел. Граничные условия к уравнению равновесия.
- 15 Уравнение непрерывности. Интегральная и дифференциальная форма уравнения непрерывности. Несжимаемая среда.
- 16 Уравнение движения сплошной среды. Субстанциональное и локальное описания движения сплошной среды.
- 17 Уравнение момента количества движения в МСС. Симметрия тензора напряжений. Тензор плотности потока импульса.
- 18 Вектор плотности теплового потока. Уравнение сохранения внутренней энергии. Уравнение сохранения внутренней энергии в случае всестороннего равномерного сжатия.
- 19 Вектор плотности потока полной энергии (вектор Умова).
- 20 Термическое и калорическое уравнения состояния. Феноменологический закон теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. Замкнутая фундаментальная система уравнений движения сплошной среды.
- 21 Тензор вязких напряжений. Коэффициенты сдвиговой и объемной вязкости среды.
- 22 Модели сплошной среды (твердое тело, жидкость, газ). Релаксация напряжений. Ньютоновские жидкости. Полный тензор напряжений для ньютоновских жидкостей.
- 23 Модель идеальной жидкости. Изэнтропическое движение. Уравнение Эйлера в форме Громека. Граничное условие непротекания.
- 24 Потенциальное движение жидкости. Уравнение стационарного, потенциального, изэнтропического движения идеальной жидкости в поле силы тяжести. Уравнение Бернулли для потенциального движения сжимаемой и несжимаемой жидкости.
- 25 Линии тока и траектории при стационарном и нестационарном движении. Трубка тока. Уравнение линий тока. Уравнение Бернулли для непотенциального движения. Баротропное движение.

26 Скорость истечения идеальной несжимаемой жидкости из сосуда. Распределение давления в трубе переменного сечения. Кавитация. Трубка Пито.