

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143306	Теоретические основы профессиональной деятельности

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	Код ОП 1. 28.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	Код направления и уровня подготовки 1. 28.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пряхина Виктория Игоревна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретические основы профессиональной деятельности

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин «Теоретическая механика», «Введение в структурный анализ», «Квантовая механика», «Основы магнетизма», «Физика конденсированного состояния», «Физика поверхности». Дисциплина «Теоретическая механика» знакомит с понятиями и методами теоретической механики, лежащими в основе квантовой механики. Дисциплина «Введение в структурный анализ» посвящена ознакомлению студентов с современным состоянием экспериментальных методов исследований структуры конденсированного состояния вещества. Даются основные представления о способах описания кристаллической структуры, понятие обратной решетки, особенности применения резонансных и дифракционных методов для исследования структуры моно и поликристаллов, и аморфных сред. Дисциплина «Квантовая механика» содержит основы квантовой теории, знакомит с основными понятиями, постулатами и уравнениями квантовой теории, принципами и методами квантовой теории. Дисциплина «Основы магнетизма» формирует систему знаний о физической природе магнетизма и свойствах магнитоупорядоченных и неупорядоченных магнетиков. Дисциплина «Физика конденсированного состояния» формирует современное представление о физике конденсированных сред, о кристаллической и электронной структуре твердых тел, классификации твердых тел, основных термодинамических свойствах, основных модельных приближениях и основных взаимодействиях. Дисциплина «Физика поверхности» формирует представления о взаимодействии между атомами и поверхностью, строении поверхности твердых тел, адсорбционных явлениях, каталитических процессов, а также способах приготовления и очистки поверхностей.

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	Теоретическая механика	5
2	Введение в структурный анализ	3
3	Квантовая механика	4
4	Основы магнетизма	3
5	Физика конденсированного состояния	3
6	Физика поверхности	3
ИТОГО по модулю:		21

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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
Введение в структурный анализ	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>
	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов,	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p>

	интерпретацию полученных результатов	У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий
	ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования У-1 - Определить план исследования, с учетом степени значимости и взаимозависимости ожидаемых результатов измерений
	ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты	З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений
	ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур
Квантовая механика	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности
	ПК-4 - Способен использовать методы математического	З-2 - Интерпретировать результаты моделирования объектов и процессов нанотехнологий и микросистемной техники

	<p>моделирования и статистического анализа экспериментальных результатов в области нано- и микросистемной техники</p>	<p>У-2 - Анализировать экспериментальные результаты с использованием математического аппарата и программных пакетов для компьютерного моделирования и анализа</p>
<p>Основы магнетизма</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>
	<p>ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты</p>	<p>З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений</p> <p>П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений</p>
	<p>ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств</p>	<p>З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>

	наноматериалов и наноструктур	П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур
Теоретическая механика	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования
	ПК-4 - Способен использовать методы математического моделирования и статистического анализа экспериментальных результатов в области нано- и микросистемной техники	З-2 - Интерпретировать результаты моделирования объектов и процессов нанотехнологий и микросистемной техники У-1 - Выбирать оптимальные и актуальные модели и методы анализа с учетом поставленных профессиональных задач У-2 - Анализировать экспериментальные результаты с использованием математического аппарата и программных пакетов для компьютерного моделирования и анализа
Физика конденсированного состояния	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной	З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества

	<p>деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>	<p>З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования</p> <p>У-1 - Определить план исследования, с учетом степени значимости и взаимозависимости ожидаемых результатов измерений</p>
	<p>ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты</p>	<p>З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений</p> <p>П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений</p>

	ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур
Физика поверхности	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности
	ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты	З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

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	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Урсулов Андрей Владимирович, Доцент, Департамент фундаментальной и прикладной физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Механика материальной точки.	Материальная точка. Кинематика материальной точки в криволинейных координатах. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Силы.
2	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..
3	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.
4	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.
5	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.
6	Упругое рассеяние.	Рассеяние в центральном поле. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния. Полное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.
7	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. Аперриодическое затухание. Вынужденные колебания. Резонанс. Свободные колебания систем со многими степенями свободы. Нормальные координаты и нормальные колебания.
8	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.
9	Канонические преобразования.	Вывод канонических уравнений Гамильтона из принципа наименьшего действия. Производящая функция канонического преобразования. Типы производящих функций.
10	Формализм Гамильтона-Якоби.	Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. . Теорема Нетер. Связь законов сохранения со свойствами пространства и времени.
11	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. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональн	учебно-	Технология	ПК-4 - Способен	3-2 -

ое воспитание	исследовательская, научно-исследовательская	формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	использовать методы математического моделирования и статистического анализа экспериментальных результатов в области нано- и микросистемной техники	Интерпретировать результаты моделирования объектов и процессов нанотехнологий и микросистемной техники У-1 - Выбирать оптимальные и актуальные модели и методы анализа с учетом поставленных профессиональных задач
---------------	---	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая механика

Электронные ресурсы (издания)

1. Павленко, Ю. Г.; Задачи по теоретической механике : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2003; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69273> (Электронное издание)
2. Айзерман, М. А.; Классическая механика : монография.; Наука, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477092> (Электронное издание)
3. Павленко, Ю. Г.; Лекции по теоретической механике : учебник.; Физматлит, Москва; 2002; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69274> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ландау, Л. Д.; Теоретическая физика : В 10 т.: Учеб. пособие. Т. 1. Механика; Наука, Москва; 1988 (106 экз.)
2. Голдстейн, Г., Рубашов, А. Н.; Классическая механика; Наука, Москва; 1975 (56 экз.)
3. Коткин, Г. Л.; Сборник задач по классической механике; РХД, Москва; 2001 (29 экз.)
4. Ольховский, И. И.; Задачи по теоретической механике для физиков : учеб. пособие для вузов.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2008 (22 экз.)
5. Ольховский, И. И.; Курс теоретической механики для физиков : [учебник для вузов].; Издательство Московского университета, Москва; 1978 (38 экз.)
6. Павленко, Ю. Г.; Задачи по теоретической механике : [Учеб. пособие для физ. фак. ун-тов].; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 1988 (13 экз.)
7. Айзерман, М. А.; Классическая механика : [учеб. пособие].; Физматлит, Москва; 2005 (4 экз.)
8. Халилов, В. Р.; Динамика классических систем : Учебник.; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 1993 (1 экз.)
9. Павленко, Ю. Г.; Лекции по теоретической механике : учебник для вузов.; ФИЗМАТЛИТ, Москва;

2002 (50 экз.)

10. Урсулов, А. В.; Теоретическая механика. Решение задач : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 011000 "Физика", 011501 "Астрономия", 011800 "Радиофизика", 222900 "Нанотехнологии".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2012 (204 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

База знаний и набор вычислительных алгоритмов Wolfram Alpha [<http://alpha.wolfram.com>]

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая механика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Введение в структурный анализ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бабушкин Алексей Николаевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Бабушкин Алексей Николаевич, Профессор, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Что такое «структура»? Необходимость применения универсальных методов к исследованию структуры веществ разной природы. Изменение структуры вещества при изменении температуры и давления. Современные методы исследования структуры вещества. Дифракционные методы. Резонансные методы. Современные источники излучения для исследования структуры конденсированного состояния. Основные этапы развития представлений о структуре вещества и методов структурного анализа.
2	Основная задача структурного анализа.	Дифракция плоских волн на объекте. Кинематическое приближение. Дифракционный структурный анализ как преобразование Фурье. Фазовая проблема. Понятие о прямых методах структурного анализа
3	Основные представления о симметрии кристаллов.	Решетка Бравэ. Примитивная ячейка. (ячейка Вигнера — Зейтца). Элементарная ячейка кристалла. Элементы симметрии кристаллов. Кристаллографические сингонии. Понятие группы симметрии. Точечные группы симметрии. Пространственные группы симметрии.
4	Фурье-образ кристалла.	Пространство объекта и обратное пространство (пространство Фурье). Связь между прямым и обратным пространствами. Влияние симметрии функции на ее Фурье-образ. Фурье-образ неоднородного (состоящего из разных частей) объекта. Фурье-образы атомного ядра, электронной плотности атома,

		элементарной ячейки кристалла, решетки Бравэ. Фурье-образы конечной и бесконечной линейных цепочек, состоящих из материальных точек. Влияние дефектов кристаллической решетки на дифракционную картину. Интенсивность дифракционных линий при рассеянии излучения конечными и бесконечными кристаллами. Интерференционная функция пространственной кристаллической решетки. Геометрия дифракционной картины монокристаллов. Уравнения Лауэ. Формула Вульфа — Брэгга. Дифракционная картина поликристалла.
5	Фурье-образы кристаллов со сложными элементарными ячейками.	Законы погасания. Использование законов погасания при интерпретации рентгенограмм. Законы гомологии. Интенсивность дифракционной картины. Влияние поглощения на интенсивность рассеяния излучения монокристаллами при разной ориентации источника излучения, образца и приемника рассеянного излучения (Лауэ и Брэгга). Влияние статических и динамических искажений кристаллической решетки на интенсивность дифракционной картины.
6	Методы и аппаратура дифракционных структурных исследований.	Основные методы дифракционного структурного анализа — рентгенографический, нейтронографический и электроннографический. Рассеяние электромагнитного излучения свободными и валентными электронами. Сечение рассеяния. Сравнительный анализ различных методов структурного анализа. Классификация экспериментальных методов. Метод Лауэ. Метод вращения монокристалла. Метод Дебая-Шерера. Особенности применения дифракционных методов при высоких и низких температурах, высоких давлениях. Особенности автоматизации экспериментальных исследований.
7	Основные представления о ядерном гамма резонансе.	Эффект Мессбауэра. Механизмы взаимодействия гамма-квантов с веществом. Фотоэлектрический эффект. Внутренняя конверсия. Неупругие процессы. Резонансное поглощение гамма-квантов веществом. Ядерная гамма-резонансная спектроскопия (ЯГР). Эффект Доплера и ЯГР. Требования к источникам и поглотителям гамма-квантов. Применение ЯГР к исследованиям структуры вещества. Спектры резонансного поглощения в случаях изомерного (химического) сдвига энергетических уровней ядра, взаимодействия квадрупольного момента ядра с градиентом кристаллического электрического поля на ядре, взаимодействия магнитного момента ядра с кристаллическим магнитным полем на ядре. Применение ЯГР в биологии, археологии и др..
8	Основные представления о резонансных методах исследования структуры вещества.	Ядерный магнитный резонанс. Ядерный квадрупольный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Области применения. Требования к исследуемым веществам.
9	Синхротронное излучение.	Источники синхротронного излучения. Спектральные характеристики синхротронного излучения. Применение синхротронного излучения для исследования структуры вещества. Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Изучение ближнего порядка в аморфных

		материалах и жидкостях. EXAFS - метод (extended X-ray absorption fine structure). Экспериментальные особенности.
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты	У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в структурный анализ

Электронные ресурсы (издания)

1. Четверикова, А. Г.; Кристаллография : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260745> (Электронное издание)
2. Батаев, И. А.; Кристаллография: обозначение и вывод классов симметрии : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438293> (Электронное издание)
3. Келли, А., А., Шаскольский, М. П.; Кристаллография и дефекты в кристаллах; Мир, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447893> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бабушкин, А. Н.; Введение в структурный анализ: основные представления о методах исследования структуры конденсированных сред : Учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Екатеринбург; 2002 (58 экз.)
2. Шаскольская, М. П.; Кристаллография : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1984 (52 экз.)
3. Жданов, Г. С., Жданов, Г. С.; Дифракционный и резонансный структурный анализ. Рентгено -, электроно -, нейтроно-мессбауэрография и мессбауэровская спектроскопия : [учебное пособие для

вузов].; Наука, Москва; 1980 (18 экз.)

4. Найш, В. Е.; Теория симметрии кристаллов : учебное пособие.; Уральский государственный университет, Свердловск; 1986 (43 экз.)

5. , Крамер-Агеев, Е. А.; Экспериментальные методы нейтронных исследований : Учеб. пособие для инж.-физ. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (11 экз.)

6. Порай-Кошиц, М. А.; Основы структурного анализа химических соединений : Учеб. пособие для хим. спец. ун-тов.; Высш. шк., Москва; 1989 (6 экз.)

7. Шафрановский, И. И., Алявдин, В. Ф.; Краткий курс кристаллографии : учеб. для негеол. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1984 (29 экз.)

8. Вертхейм, Г., Афанасьев, А. М., Скляревский, В. В.; Эффект Мессбауэра : принципы и применения.; Мир, Москва; 1966 (15 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Фарбер В. М., Архангельская А. А. Дифракционные методы анализа. : Учебное пособие. – УГТУ-УПИ. — Екатеринбург, 2005. — 113 с. – [<https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/24>]

Symmetry and Space Group Tutorial by Jerry P. Jasinski and Bruce M. Foxman [<http://people.brandeis.edu/~foxman1/teaching/indexpr.html>]

Открытая база данных по кристаллографии [<http://www.crystallography.net/cod/>]

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

Материалы для лиц с ОВЗ

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

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в структурный анализ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

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

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовая механика

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	теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	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.
2	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.
3	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.
4	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.
5	Уравнение Шредингера	Уравнение Шредингера как обобщение классического уравнения Гамильтона–Якоби. Уравнение Шредингера и вариационный принцип. Плотность вероятности и плотность потока вероятности. Стационарное решение уравнения Шредингера, свойства стационарных состояний. Квазистационарное состояние.
6	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.
7	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.
8	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.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-4 - Способен использовать методы математического моделирования и статистического анализа экспериментальных результатов в области нано- и микросистемной техники	З-2 - Интерпретировать результаты моделирования объектов и процессов нанотехнологий и микросистемной техники У-2 - Анализировать экспериментальные результаты с использованием математического аппарата и программных пакетов для компьютерного моделирования и анализа

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика

Электронные ресурсы (издания)

1. Давыдов, А. С.; Квантовая механика : монография.; Наука, Москва; 1973; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499379> (Электронное издание)
2. Елютин, П. В.; Квантовая механика с задачами : сборник задач и упражнений.; Физматлит, Москва; 2001; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68967> (Электронное издание)
3. Соколов, А. А.; Квантовая механика : монография.; Просвещение, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474073> (Электронное издание)
4. Ландау, Л. Д.; Краткий курс теоретической физики; Наука, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494680> (Электронное издание)
5. Мессиа, А., А.; Квантовая механика : монография.; Наука, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499392> (Электронное издание)
6. Мессиа, А., А.; Квантовая механика : монография.; Наука, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499393> (Электронное издание)

7. Блохинцев, Д. И.; Основы квантовой механики; Наука, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495577> (Электронное издание)
8. Матвеев, А. Н.; Квантовая механика и строение атома; Высшая школа, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483293> (Электронное издание)
9. Флюгге, З., З.; Задачи по квантовой механике; Мир, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495582> (Электронное издание)
10. Флюгге, З., З.; Задачи по квантовой механике; Мир, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495583> (Электронное издание)
11. Гольдман, И. И., Гейликман, Б. Т.; Сборник задач по квантовой механике; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва; 1957; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257398> (Электронное издание)
12. Гейзенберг, В., В., Иваненко, Д.; Современная квантовая механика; Государственное технико-теоретическое изд-во, Москва, Ленинград; 1934; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45428> (Электронное издание)
13. Грашин, А. Ф.; Квантовая механика; Просвещение, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495585> (Электронное издание)
14. Дирак, П., П.; Лекции по квантовой теории поля; Мир, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495580> (Электронное издание)
15. Дирак, П., П.; Принципы квантовой механики : монография.; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва; 1960; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499380> (Электронное издание)
16. Дирак, П., П.; Лекции по квантовой теории поля; Мир, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495580> (Электронное издание)
17. Зоммерфельд, А., А.; Строение атома и спектры; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва; 1956; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495602> (Электронное издание)
18. Зоммерфельд, А., А.; Строение атома и спектры; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва; 1956; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495603> (Электронное издание)
19. Кемпфер, Ф. А.; Основные положения квантовой механики; Мир, Москва; 1967; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495587> (Электронное издание)
20. Липкин, Г., Г.; Квантовая механика: новый подход к некоторым проблемам; Мир, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495589> (Электронное издание)
21. Лоудон, Р., Р., Скроцкий, Г. В.; Квантовая теория света; Мир, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483290> (Электронное издание)
22. Медведев, Б. В.; Начала теоретической физики: Механика, теория поля, элементы квантовой механики : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69239> (Электронное издание)
23. Нейман, И., И.; Математические основы квантовой механики; Наука, Москва; 1964; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495591> (Электронное издание)
24. Паули, В., В., Смородинский, Я. А.; Труды по квантовой теории: Статьи 1928-1958; Наука, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427242> (Электронное издание)
25. Сунакава, С., С.; Квантовая теория рассеяния; Мир, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495598> (Электронное издание)

26. Тарасов, Л. В.; Основы квантовой механики; Высшая школа, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495599> (Электронное издание)
27. Фейнман, Р., Р., Смородинский, Я. А.; Фейнмановские лекции по физике; Мир, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494659> (Электронное издание)
28. Фейнман, Р., Р., Смородинский, Я. А.; Фейнмановские лекции по физике; Мир, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494660> (Электронное издание)
29. Ферми, Э., Э.; Квантовая механика: конспект лекций : курс лекций.; Мир, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499381> (Электронное издание)
30. Фок, В. А.; Начала квантовой механики : монография.; б.и., Б.м.; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499383> (Электронное издание)
31. Москвин, А. С.; Атомы в кристаллах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/107024.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Давыдов, А. С.; Квантовая механика : учеб. пособие для ун-тов.; Наука, Москва; 1973 (56 экз.)
2. Елютин, П. В., Боголюбов, Н. Н.; Квантовая механика с задачами : Учеб. пособие.; Наука, Москва; 1976 (39 экз.)
3. Соколов, А. А.; Квантовая механика : [Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов]; Наука, Москва; 1979 (49 экз.)
4. ; Краткий курс теоретической физики : для физ. специальностей вузов : в 3 кн. Кн. 2. Квантовая механика ; Наука, Москва; 1972 (12 экз.)
5. Мессиа, А., Кулиш, П. П., Фаддеев, Л. Д.; Квантовая механика Т. 2. ; Наука, Москва; 1979 (27 экз.)
6. Мессиа, А., Фаддеев, Л. Д., Хозяинов, В. Т.; Квантовая механика Т. 1. ; Наука, Москва; 1978 (15 экз.)
7. Блохинцев, Д. И.; Основы квантовой механики : учебное пособие.; Наука, Москва; 1976 (27 экз.)
8. Ципенюк, Ю. М.; Квантовая микро- и макрофизика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Приклад. математика и физика".; Физматкнига, Москва; 2006 (5 экз.)
9. Шпольский, Э. В.; Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома : учебник [для вузов.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2010 (30 экз.)
10. Флюгге, Флюгге З., Лысов, Б. А., Соколов, А. А.; Задачи по квантовой механике : В 2 т. Т. 1. ; Мир, Москва; 1974 (14 экз.)
11. Флюгге, Флюгге З., Лысов, Б. А., Соколов, А. А.; Задачи по квантовой механике : В 2 т. Т. 2. ; Мир, Москва; 1974 (14 экз.)
12. Гольдман, И. И., Гейликман, Б. Т.; Сборник задач по квантовой механике; Гостехиздат, Москва; 1957 (18 экз.)
13. Галицкий, В. М.; Задачи по квантовой механике : учеб. пособие для вузов.; Наука, Москва; 1981 (19 экз.)
14. Астахов, А. В., А. В., Широков, Ю. М.; Курс физики : учеб. пособие : в 3 т. Т. 3. Квантовая физика ; Наука, Москва; 1983 (7 экз.)
15. Бом, Д., Шубина, Л. А., Вонсовский, С. В.; Квантовая теория; Наука, Москва; 1965 (7 экз.)
16. Дирак, П. А. М., Демков, Ю. Н., Друкарев, Г. Ф., Фок, В. А.; Принципы квантовой механики; Наука, Москва; 1979 (15 экз.)
17. Зоммерфельд, А., Смородинский, Я. А., Матвеев, А. Н.; Строение атома и спектры Т. 2. ;

Гостехиздат, Москва; 1956 (6 экз.)

18. Зоммерфельд, А., Боровский, И. Б., Гуров, К. П.; Строение атома и спектры Т. 1. ; Гостехиздат, Москва; 1956 (9 экз.)

19. Липкин, Г., Толмачев, В. В.; Квантовая механика. Новый подход к некоторым проблемам : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1977 (8 экз.)

20. Фок, В. А.; Начала квантовой механики; Наука, Москва; 1976 (10 экз.)

21. Гринштейн, Д., Аристов, В. В., Никулов, А. В.; Квантовый вызов. Современные исследования оснований квантовой механики : [учебное пособие для студентов и преподавателей физических и компьютерных специальностей] .; Интеллект, Долгопрудный; 2008 (2 экз.)

22. Москвин, А. С.; Атомы в кристаллах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

База знаний и набор вычислительных алгоритмов Wolfram Alpha [<http://alpha.wolfram.com>]

Научно-образовательный сайт EqWorld [<http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>]

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы магнетизма

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Барташевич Михаил Иванович	доктор физико- математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Барташевич Михаил Иванович, Профессор, магнетизма и магнитных наноматериалов**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Основные этапы развития учения о магнетизме. Магнетизм на Урале.
2	Основные свойства магнетиков. Классификация магнитных веществ.	Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики. Работа внешнего поля на изменение намагниченности. Размагничивающее поле и размагничивающий фактор. Основные особенности ферромагнетиков. Антиферромагнетики. Ферромагнетики.
3	Основы термодинамики магнетиков.	Энергия магнетика во внешнем и собственном размагничивающем магнитных полях. Основные термодинамические соотношения. Магнитокалорический эффект. Фазовые переходы I и II рода. Вычисление магнитного момента тела.
4	Магнитные свойства электронной оболочки атомов.	Состояние электрона в атоме. Атомный магнетизм. Заполнение электронных оболочек 3d-переходных металлов.
5	Диамагнетизм и парамагнетизм.	Диамагнетизм свободной оболочки атомов. Диа- и парамагнетизм электронов проводимости. Парамагнетизм свободных электронов.
6	Ферромагнетизм.	Теория молекулярного поля, классический и квантовый случай. Основные представления о природе магнетизма, природа молекулярного поля. Модель прямого обменного взаимодействия Гейзенберга. Модель косвенного обменного взаимодействия. Модель коллективизированных электронов.

		Основные типы энергии ферромагнетиков: обменная, магнитокристаллическая, магнитоупругая. Кривые намагничивания монокристаллов. Магнитострикция. Природа магнитной анизотропии и магнитострикции.
7	Доменная структура ферромагнетиков.	Причина разбиения на домены. Доменная граница, ее структура, энергия, ширина. Границы Блоха и Нееля. Однодоменность. Суперпарамагнетизм. Доменная структура магнитоодноосных и многоосных ферромагнетиков. Методы наблюдения доменной структуры.
8	Процессы намагничивания.	Магнитный гистерезис. Обратимые и необратимые процессы смещения доменной границы. Обратимые и необратимые процессы вращения вектора намагниченности. Гистерезис, связанный с задержкой образования и роста зародышей перемагничивания. Закон приближения к насыщению. Зависимость намагниченности от времени. Индуцируемые магнитным полем спин-ориентационные фазовые переходы в антиферромагнетиках.
9	Аморфные магнитные материалы.	Спиновое стекло. Неколлинеарные магнитные структуры в аморфных магнетиках.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты	У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы магнетизма

Электронные ресурсы (издания)

- Боровик, Е. С.; Лекции по магнетизму : курс лекций.; Физматлит, Москва; 2005;

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75475> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Боровик, Е. С.; Лекции по магнетизму; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2005 (22 экз.)
2. Иванов, С. В., Мартышко, П. С.; Избранные главы физики. Магнетизм. Магнитный резонанс. Фазовые переходы : курс лекций.; ЛКИ, Москва; 2008 (15 экз.)
3. Мейлихов, Е. З.; Магнетизм. Основы теории : [учебное пособие].; Издательский дом Интеллект, Долгопрудный; 2014 (5 экз.)
4. Боков, В. А.; Физика магнетиков : учеб. пособие для вузов.; ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург; 2002 (50 экз.)
5. Никитин, С. А.; Магнитные свойства редкоземельных металлов и их сплавов; Изд-во МГУ, Москва; 1989 (4 экз.)
6. Тикадзуми, С., Смоленский, Г. А., Писарев, Р. В., Быстров, М. В.; Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества; Мир, Москва; 1983 (23 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

Материалы для лиц с ОВЗ

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

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы магнетизма

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика конденсированного состояния

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бабушкин Алексей Николаевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем
2	Якунин Михаил Викторович	доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Бабушкин Алексей Николаевич, Профессор, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем**
- **Якунин Михаил Викторович, Профессор, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные представления о симметрии кристаллов	Понятие кристаллической решетки: элементарная ячейка, их разновидности. Симметрия кристаллов: элементы симметрии, классы симметрии, пространственные группы симметрии. Кристаллографические системы (сингонии). Кристаллографические символы кристаллических плоскостей и прямых (индексы Миллера). Обратная решетка. Расстояние между плоскостями $\langle hkl \rangle$. Связь между параметрами обратной и прямой решеток. Типы связей в твердых телах: проанализировать разные типы связей на основе периодической системы элементов. Потенциал ионизации. Энергия связи.
2	Типы химической связи в кристаллах	Молекулярные кристаллы. Природа сил Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда – Джонса. Ионные кристаллы. Формулы Борна – Ланде и Борна – Майера для потенциальной энергии связи в ионном кристалле. Энергия связи в металле. Ковалентные кристаллы. Анализ формирования уровней энергии из атомарных состояний при объединении атомов (на

		<p>примере молекулы водорода). Формирование энергетических зон из атомных орбиталей в ковалентном кристалле.</p>
3	Дефекты в твердых телах	<p>Классификация дефектов в твердых телах. Тепловые точечные дефекты (по Френкелю и по Шеттки). Плотность упаковки. Центры окраски в бинарных кристаллах. Радиационные дефекты. Равновесная концентрация тепловых точечных дефектов.</p> <p>Дислокации: краевые, винтовые, смешанные. Вектор Бюргерса. Механические напряжения при формировании дислокаций. Движение и взаимодействие дислокаций. Источник дислокаций Франка – Рида. Границы зерен.</p>
4	Механические свойства твердых тел.	<p>Механические свойства твердых тел. Относительные деформация и сдвиг. Общий тензор деформации трехмерного тела.</p> <p>Упругие деформации. Закон Гука. Коэффициенты упругой жесткости и податливости. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Закон Гука для анизотропных твердых тел. Вид тензоров упругой жесткости и податливости для кубического кристалла.</p> <p>Пластическая деформация. Причины различий теоретического и реального пределов прочности. Природа вязкого и хрупкого разрушения.</p>
5	Электропроводность кристаллов	<p>Классификация твердых тел по их электропроводности. Недостатки модели Друде –Лоренца. Уравнение Шредингера для твердого тела. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.</p>
6	Электроны в периодическом потенциале кристаллической решетки	<p>Электрон в периодическом потенциале: волновая функция Блоха. Импульс и квазиимпульс. Зона Бриллюэна. Условия цикличности Борна – Кармана для волновой функции электрона в кристалле. Плотность состояний электрона в k-пространстве. Полное число состояний электрона в кристалле.</p>
7	Основные представления о зонном спектре электронов	<p>Зонный энергетический спектр электронов в кристалле. Модель Кронига – Пенни.</p> <p>Заполнение зон электронами. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Эффективная масса электрона. Электроны и дырки.</p> <p>Уровни примесных атомов в полупроводниках. Доноры – акцепторы. Мелкие – глубокие уровни. Радиус орбиты носителя тока, связанного с мелкой примесью.</p> <p>Поверхностные локализованные состояния. Их роль в общей проводимости кристалла.</p>
8	Энергетический спектр электронов	<p>Зависимость плотности состояний электрона от энергии. Функция распределения Ферми-Дирака. Собственная проводимость полупроводников. Невырожденный и вырожденный газ носителей тока. Закон действующих масс. Смещение уровня Ферми с температурой. Определение ширины запрещенной зоны из температурной зависимости собственной концентрации.</p>

9	Собственная и примесная проводимость	Примесная проводимость полупроводников. Доноры и акцепторы. Смещения уровня Ферми с температурой в примесном полупроводнике. Температурная зависимость концентрации носителей тока в полупроводнике и определение на ее основе ширины запрещенной зоны, концентрации и энергии ионизации примесей. Простейшие экспериментальные методы исследования характеристик зонного спектра: эффективной массы, запрещенной зоны. Эффект Холла как инструмент для определения концентрации и подвижности носителей тока. Общие понятия о квантовом эффекте Холла. p-n переход. Устройство солнечного элемента. Прямой и обратный ток. Проводимость полупроводников в сильных электрических полях. Эффект Ганна. Ударная ионизация, рекомбинация. Эффект Зинера.
10	Сверхпроводимость	Сверхпроводимость: феноменология. Критическая температура. Эффект Мейснера-Оксенфельда, левитация. Критические магнитные поля, сверхпроводники первого и второго рода. Экспериментальный материал для понимания природы сверхпроводимости: рентгеноструктурные исследования, теплоемкость, изотопический эффект, особенности спектра электромагнитного поглощения, туннелирование в системе металл – сверхпроводник. Энергетическая щель в сверхпроводящем состоянии. Традиционные и высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Джозефсона: стационарный и нестационарный. Влияние магнитного поля. СКВИД и его применения. Объяснение эффекта сверхпроводимости. История вопроса. Теория БКШ: притяжение между электронами, куперовские пары, Бозе-конденсация куперовских пар, природа щели в энергетическом спектре.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты	У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

Электронные ресурсы (издания)

1. Гуртов, В. А.; Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие.; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466> (Электронное издание)
2. Гуртов, В. А., Алешина, Л. А.; Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие.; Техносфера, Москва; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/26903.html> (Электронное издание)
3. Савельев, И. В., Енковский, Л. Л.; Курс общей физики; Наука, Москва; 1970; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483316> (Электронное издание)
4. Киттель, Ч., Ч.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483361> (Электронное издание)
5. Ансельм, А. И.; Введение в теорию полупроводников : монография.; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, Ленинград; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479539> (Электронное издание)
6. Ашкрофт, Н., Н.; Физика твердого тела; Мир, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483336> (Электронное издание)
7. Ашкрофт, Н., Н.; Физика твердого тела; Мир, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483337> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Савельев, И. В.; Курс общей физики: В 5 кн. : Учеб. пособие для втузов. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц; Наука, Москва; 1998 (29 экз.)
2. Савельев, И. В.; Курс общей физики : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. (550000) и технол. (650000) направлениям : [в 3 т.]. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2006 (132 экз.)
3. Павлов, П. В., Хохлов, А. Ф.; Физика твердого тела : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы"; Высшая школа, Москва; 2000 (47 экз.)
4. Павлов, П. В.; Физика твердого тела : Учеб. пособие для студентов, обуч. по спец. "Физика"; Высшая школа, Москва; 1985 (47 экз.)
5. Киттель, Ч., Гусев, А. А., Пахнев, А. В.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978 (53 экз.)
6. Ансельм, А. И.; Введение в теорию полупроводников : Учеб. пособие.; Физматлит, Москва; 1978 (42 экз.)
7. Брандт, Н. Б.; Электроны и фононы в металлах : Учеб. пособие.; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 1990 (13 экз.)

8. Жданов, Г. С., Хунджуа, А. Г.; Лекции по физике твердого тела: Принципы строения, реальная структура, фазовые превращения; МГУ, Москва; 1988 (23 экз.)
9. Блейкмор, Д., Андрианов, Д. Г., Фистуль, В. И.; Физика твердого тела : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1988 (16 экз.)
10. Ашкрофт, Н.; Физика твердого тела: В 2 т. Т. 1. ; Мир, Москва; 1979 (33 экз.)
11. Ашкрофт, Н., Кугель, К. И., Михайлов, А. С., Каганов, М. И.; Физика твердого тела: В 2 т. Т. 2. ; Мир, Москва; 1979 (33 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Ансельм, А. И. Введение в теорию полупроводников : учебное пособие / А. И. Ансельм. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0762-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — [https://e.lanbook.com/book/168898]

Электронная библиотека УрФУ [https://opac.urfu.ru]

Электронный научный архив УрФУ [https://elar.urfu.ru]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [https://study.urfu.ru]

Зональная научная библиотека УрФУ [https://lib.urfu.ru]

Материалы для лиц с ОВЗ

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

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика поверхности

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Поликарпов Филипп Джонович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавателе ль	Департамент фундаментальной и прикладной физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Поликарпов Филипп Джонович, Старший преподаватель, Департамент фундаментальной и прикладной физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Предмет науки о Физике поверхности. Роль поверхности в различных физико-химических процессах. Основные этапы в истории развития физики поверхности.
2	Силы взаимодействия между атомами и поверхностью.	Силы Ван-дер-Ваальса. Выражение для энергий взаимодействия в случае: ориентационного эффекта; электростатической индукции; дисперсионного эффекта. Обменные силы. Гетерополярные (кулоновские) силы. Некоторые модельные потенциалы взаимодействия. Потенциал Морзе. Потенциал 6-12 Леннарда-Джонса. Потенциал Сюзерленда. Прямоугольная потенциальная яма. Потенциал твердых сфер.
3	Строение поверхности твердых тел	Идеальная поверхность. Индексы Миллера. Классификация Вуда. Точечные и линейные дефекты на поверхности твердого тела. Неоднородности поверхности: физическая, химическая и индуцированная.
3	Способы приготовления и очистки поверхностей.	Понятие "чистой" поверхности. Методы предварительной очистки. Механическая обработка. Промывка и травление. Электролитическое осаждение. Восстановление веществ из растворов. Вакуумная очистка поверхностей. Метод термической десорбции. Ионное травление. Метод ионных пучков. Напыление в вакууме. Метод скола.

5	Спектроскопия поверхности твердого тела	Способы классификации методов диагностики поверхности твердых тел. Электронная спектроскопия, её значение в исследовании твердых тел. Дифракционные методы: дифракция электронов, рентгеноструктурный анализ. Спектральные методы: Оже-электронная спектроскопия, рентгеноэлектронная спектроскопия, масс-спектрометрия вторичных ионов, ИК-Фурье спектроскопия.
6	Поверхность твердого тела в условиях сверхвысокого вакуума	Вакуумные условия в исследованиях межфазной границы газ – твёрдое тело. Техника сверхвысокого вакуума. Основные элементы вакуумных систем.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты	У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика поверхности

Электронные ресурсы (издания)

1. Мамонова, М. В.; Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы : монография.; Физматлит, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457455> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Адамсон, А. У., Артур У., Абидор, И. Г., Зорин, З. М., Муллер, В. М., Дерягин, Б. В.; Физическая химия поверхностей; Мир, Москва; 1979 (11 экз.)
2. Борисов, С. Ф.; Физика поверхностей : Учеб. пособие.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Свердловск; 1987 (25 экз.)

3. Зенгуил, Э.; Физика поверхности; Мир, Москва; 1990 (7 экз.)
4. Вудраф, Д.; Современные методы исследования поверхности; Мир, Москва; 1989 (5 экз.)
5. Давыдов, С. Ю.; Элементарное введение в теорию наносистем : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки "Электроника наноэлектроника" и "Нанотехнологии и микросистемная техника"].; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2014 (3 экз.)
6. Головин, Ю. И.; Введение в нанотехнику; Машиностроение, Москва; 2007 (20 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Владимиров, Г. Г. Физика поверхности твердых тел : учебное пособие / Г. Г. Владимиров. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1997-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — [<https://e.lanbook.com/book/71707>]

Давыдов, С. Ю. Элементарное введение в теорию наносистем : учебное пособие / С. Ю. Давыдов, А. А. Лебедев, О. В. Посредник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1565-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [URL: <https://e.lanbook.com/book/16863>]

Введение в нанотехнологию : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрив, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1318-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — [<https://e.lanbook.com/book/168460>]

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

Материалы для лиц с ОВЗ

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

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика поверхности

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

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

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES