

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 28.06.2022 10:40:05  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad56

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Общей и теоретической физики*

**Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)**

дисциплина

***Б1.О.16.04 Физика конденсированного состояния***

обязательная часть

Направление

***03.03.02***

***Физика***

код

наименование направления

Программа

***Медицинская физика***

Форма обучения

***Очная***

Для поступивших на обучение в  
***2021 г.***

Стерлитамак 2022

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

<b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	ОПК-2.1. Разбирается в основных научных методах теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений	должен иметь представления о принципах строения конденсированных систем; понимать природу и особенности межатомных связей в кристаллических и аморфных твердых телах; знать особенности упругих свойств и связанные с ними процессы распространения упругих волн в кристаллах; современную теорию теплоемкости кристаллических проводников и диэлектриков; механические, электрические, магнитные свойства кристаллов
	ОПК-2.2. Использует физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении задач в профессиональной деятельности	Обучающийся должен проводить модельные расчеты, прогнозировать свойства конденсированных сред при выполнении научно-исследовательской работы; приобретать новые знания по физике конденсированного состояния, используя современные информационные и коммуникационные технологии.
	ОПК-2.3. Проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты	Обучающийся должен иметь сформированные навыки проведения эксперимента в физике конденсированных сред, предложить ход проведения исследования, самостоятельно проводить исследования, обрабатывать данные с использованием современных информационных технологий и делать выводы.

## 2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цели изучения дисциплины:

Дисциплина реализуется в рамках базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Физика, Теоретическая физика, Теоретическая механика; механика сплошных сред.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зач. ед., 144 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	36
практических (семинарских)	52
другие формы контактной работы (ФКР)	1,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	34,8
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	20

Формы контроля	Семестры
экзамен	6

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
7.2	Методы создания наноструктур и наноматериалов	2	3	0	1
7.1	Физика и химия наноматериалов	2	3	0	1
<b>7</b>	<b>Физика наноматериалов</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
6.2	Диэлектрические свойства изоляторов	2	3	0	1
6.1	Неоднородные и однородные полупроводники	2	3	0	1

<b>6</b>	<b>Физика полупроводников и диэлектриков</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
5.2	Некоторые особенности металлического состояния.	2	3	0	1
5.1	Классическая теория свободных электронов.	2	3	0	1
<b>8</b>	<b>Явления переноса</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Физика металлов</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
4.2	Теплоемкость твердого тела.	2	3	0	1
8.2	Теплопроводность	2	3	0	1
3.1	Методы расчета зонной структуры	2	3	0	1
<b>3</b>	<b>Зонная теория твердых тел</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Виды химической связи.</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
1.1	Ионный тип связи	2	3	0	1
1.2	Ковалентные кристаллы	2	3	0	1
1.3	Молекулярные кристаллы	2	3	0	1
<b>2</b>	<b>Кристаллическая структура</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
2.1	Симметрия кристалла	2	3	0	1
2.2	Несовершенства в кристаллах	2	3	0	1
4.1	Тепловые колебания в твердых телах.	2	3	0	1
<b>4</b>	<b>Тепловые свойства твердых тел</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
8.1	Диффузионные процессы в твердых телах	2	3	0	1
3.2	Экспериментальное изучение зонной структуры.	2	3	0	1
8.3	Магнитные свойства материалов	2	1	0	3
	<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>52</b>	<b>0</b>	<b>20</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
7.2	Методы создания наноструктур и наноматериалов	Методы получения наноматериалов Механические методы получения нанопорошков
7.1	Физика и химия наноматериалов	Нанокластеры и наноматериалы. Нанотехнологии  . Методы физического диспергирования Методы химического диспергирования . Биологические методы получения наноматериалов
<b>7</b>	<b>Физика наноматериалов</b>	
6.2	Диэлектрические свойства изоляторов	Диэлектрические свойства изоляторов Электростатика диэлектриков Теория локального поля Теория поляризуемости Ковалентные диэлектрики

		Пироэлектричество Сегнетоэлектрики
6.1	Неоднородные и однородные полупроводники	Однородные полупроводники Примеры полупроводников Типичные примеры зонной структуры полупроводников Циклотронный резонанс Число носителей тока при термодинамическом равновесии
<b>6</b>	<b>Физика полупроводников и диэлектриков</b>	
5.2	Некоторые особенности металлического состояния.	Сплавы. Переходные металлы. Теплоустойчивость сплава. Взаимосвязь электронной структуры с механическими свойствами и теплоустойчивостью сплавов переходных металлов. Перспективы получения сплавов с высокими физико - механическими свойствами
5.1	Классическая теория свободных электронов.	Некоторые особенности металлического состояния. Электропроводность металлов. Классическая теория свободных электронов. Электропроводность сплавов.
<b>8</b>	<b>Явления переноса</b>	
<b>5</b>	<b>Физика металлов</b>	
4.2	Теплоемкость твердого тела.	Теплоемкость твердого тела.
8.2	Теплопроводность	Теплопроводность.
3.1	Методы расчета зонной структуры	Энергетический уровень свободных электронов. Обобществление электронов в кристалле. Энергетические полосы. Энергия Ферми Эффективная масса электрона. Заполнение зон электронами. Проводники, диэлектрики, полупроводники. Экспериментальное изучение зонной структуры.
<b>3</b>	<b>Зонная теория твердых тел</b>	
<b>1</b>	<b>Виды химической связи.</b>	
1.1	Ионный тип связи	Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Сопоставление различных видов связи. Основные типы твердых тел.
1.2	Ковалентные кристаллы	Ковалентная связь.
1.3	Молекулярные кристаллы	Сила Ван-дер-Ваальса. Смешанные виды связи.
<b>2</b>	<b>Кристаллическая структура</b>	
2.1	Симметрия кристалла	Симметрия кристалла. Идеальный кристалл. Кристаллическая решетка. Кристаллическая структура. Типичные кристаллические структуры. Обозначение узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Определение структуры кристалла.
2.2	Несовершенства в кристаллах	Точечные дефекты: вакансии, атомы внедрения и электронные дефекты. Образование точечных дефектов. Дислокации. Краевые и винтовые дислокации. Энергия дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Источник дислокаций. Пластическая деформация. Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Основные закономерности пластического течения кристаллов. Теоретическая и реальная прочность кристалла. Хрупкая и временная прочность твердых тел. Пути повышения прочности твердых тел.

4.1	Тепловые колебания в твердых телах.	Тепловые колебания в твердых телах. Нормальные колебания решетки. Спектр нормальных колебаний. Фононы.
<b>4</b>	<b>Тепловые свойства твердых тел</b>	
8.1	Диффузионные процессы в твердых телах	Особенности диффузии в кристаллах. Диффузия в сплавах типа твердых растворов внедрения. Диффузия за счет движения вакансий. Макроскопическая диффузия. Теплостойкость твердых тел.
3.2	Экспериментальное изучение зонной структуры.	Другие методы расчета зонной структуры Общие свойства волновых функций валентных зон Метод ячеек Метод присоединенных плоских волн (ППВ) Метод гриновских функций Корринги, Кона и Ростокера (ККР) Метод ортогонализированных плоских волн (ОПВ) Псевдопотенциал Комбинированные методы Определение поверхности Ферми Эффект де Гааза — ван Альфена Свободные электроны в постоянном магнитном поле Уровни блоховских электронов в постоянном магнитном поле Происхождение осцилляций Влияние спина электрона на осцилляции Другие методы исследования поверхности Ферми
8.3	Магнитные свойства материалов	Типы магнитных структур Диамагнетизм и парамагнетизм. Ферромагнетизм Наблюдение магнитных структур Термодинамические свойства вблизи точки Кюри Свойства при нулевой температуре. Основное состояние

#### Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
7.2	Методы создания наноструктур и наноматериалов	. Методы получения различных нанокластеров и наноструктур. Наноматериалы
7.1	Физика и химия наноматериалов	Нанокластеры и наноматериалы. Нанотехнологии Методы получения наноматериалов Механические методы получения нанопорошков . Методы физического диспергирования Методы химического диспергирования . Биологические методы получения наноматериалов
<b>7</b>	<b>Физика наноматериалов</b>	
6.2	Диэлектрические свойства изоляторов	. Диэлектрические свойства изоляторов Электростатика диэлектриков Теория локального поля Теория поляризуемости Ковалентные диэлектрики Пироэлектричество Сегнетоэлектрики
6.1	Неоднородные и	.Однородные полупроводники

	однородные полупроводники	<p>Примеры полупроводников</p> <p>Типичные примеры зонной структуры полупроводников</p> <p>Циклотронный резонанс</p> <p>Число носителей тока при термодинамическом равновесии</p> <p>Примесные уровни</p> <p>Населенность примесных уровней при термодинамическом равновесии</p> <p>Равновесная концентрация носителей в примесном полупроводнике</p> <p>Проводимость за счет примесной зоны</p> <p>Теория явлений переноса в невырожденных полупроводниках</p> <p>Неоднородные полупроводники</p> <p>Полуклассическая модель</p> <p>Равновесный p — n-переход</p> <p>Элементарное рассмотрение выпрямляющего действия p — n-перехода</p> <p>Основные физические черты неравновесного случая</p> <p>Более детальная теория неравновесного p — n-перехода</p>
<b>6</b>	<b>Физика полупроводников и диэлектриков</b>	
5.2	Некоторые особенности металлического состояния.	<p>Зонная структура отдельных металлов</p> <p>Моновалентные металлы</p> <p>Двухвалентные металлы</p> <p>Трехвалентные металлы</p> <p>Четырехвалентные металлы</p> <p>Полуметаллы</p> <p>Переходные металлы</p> <p>Редкоземельные металлы</p> <p>Сплавы</p>
5.1	Классическая теория свободных электронов.	<p>Теория металлов Друде</p> <p>Основные предположения модели Друде</p> <p>Статическая электропроводность металла</p> <p>Эффект Холла и магнетосопротивлен</p> <p>Высоочастотная электропроводность металла</p> <p>Теплопроводность металла</p> <p>Свойства электронного газа в основном состоянии</p> <p>Термодинамические свойства газа свободных электронов.</p> <p>Распределение Ферми — Дирака</p> <p>Термодинамические свойства свободного электронного газа. Применение распределения Ферми — Дирака</p> <p>Зоммерфельдовская теория проводимости в металлах</p> <p>Недостатки модели свободных электронов</p> <p>Трудности модели свободных электронов</p> <p>Обзор основных предположений</p>
<b>8</b>	<b>Явления переноса</b>	
<b>5</b>	<b>Физика металлов</b>	
4.2	Теплоемкость твердого тела.	<p>Квантовая теория гармонического кристалла</p> <p>Нормальные моды и фононы</p> <p>Общее выражение для теплоемкости решетки</p>

		<p>Теплоемкость при высоких температурах Теплоемкость при низких температурах Теплоемкость при промежуточных температурах. Модели Дебая и Эйнштейна</p> <p>Сравнение решеточной и электронной удельных теплоемкостей Плотность нормальных мод (плотность фононных уровней) Аналогия с теорией излучения черного тела Экспериментальные методы определения фононного спектра Рассеяние нейтронов кристаллом Рассеяние электромагнитного излучения кристаллом Волновая картина взаимодействия излучения с колебаниями решетки</p>
8.2	Теплопроводность	<p>Тепловые колебания в твердых телах. Нормальные колебания решетки. Спектр нормальных колебаний. Фононы. Теплоемкость твердого тела. Теплопроводность.</p>
3.1	Методы расчета зонной структуры	<p>Уровни электрона в периодическом потенциале. Общие свойства Периодический потенциал Теорема Блоха Первое доказательство теоремы Блоха Граничное условие Борна — Кармана Второе доказательство теоремы Блоха Общие замечания о теореме Блоха Поверхность Ферми Плотность уровней Электроны в слабом периодическом потенциале Общий подход к уравнению Шредингера в случае слабого потенциала Энергетические уровни вблизи одной из брэгговских плоскостей 162 Энергетические зоны в одномерном случае 166 Кривые зависимости энергии от волнового вектора в трехмерном случае Энергетическая щель Зона Бриллюэна Геометрический структурный фактор в моноатомных решетках с базисом Роль спин-орбитальной связи в точках с высокой симметрией</p>
<b>3</b>	<b>Зонная теория твердых тел</b>	
<b>1</b>	<b>Виды химической связи.</b>	
1.1	Ионный тип связи	Ионная связь. . Металлическая связь.
1.2	Ковалентные кристаллы	Ковалентная связь. Водородная связь.
1.3	Молекулярные кристаллы	Сила Ван-дер-Ваальса. Смешанные виды связи. Сопоставление различных видов связи. Основные типы твердых тел.
<b>2</b>	<b>Кристаллическая структура</b>	



2.1	Симметрия кристалла	Симметрия кристалла. Идеальный кристалл. Кристаллическая решетка. Кристаллическая структура. Типичные кристаллические структуры. Обозначение узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Определение структуры кристалла.
2.2	Несовершенства в кристаллах	Точечные дефекты: вакансии, атомы внедрения и электронные дефекты. Образование точечных дефектов. Дислокации. Краевые и винтовые дислокации. Энергия дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Источник дислокаций. Пластическая деформация. Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Основные закономерности пластического течения кристаллов. Теоретическая и реальная прочность кристалла. Хрупкая и временная прочность твердых тел. Пути повышения прочности твердых тел.
4.1	Тепловые колебания в твердых телах.	Классическая теория гармонического кристалла Гармоническое приближение Адиабатическое приближение Удельная теплоемкость классического кристалла. Закон Дюлонга и Пти Нормальные моды одномерной моноатомной решетки Брва Нормальные моды одномерной решетки с базисом 2 Нормальные моды моноатомной трехмерной решетки Бравэ Нормальные моды трехмерной решетки с базисом 70 Связь с теорией упругости
<b>4</b>	<b>Тепловые свойства твердых тел</b>	
8.1	Диффузионные процессы в твердых телах	Особенности диффузии в кристаллах. Диффузия в сплавах типа твердых растворов внедрения. Диффузия за счет движения вакансий. Макроскопическая диффузия. Теплоустойчивость твердых тел.
3.2	Экспериментальное изучение зонной структуры.	Другие методы расчета зонной структуры Общие свойства волновых функций валентных зон Метод ячеек Метод присоединенных плоских волн (ППВ) Метод гриновских функций Корринги, Кона и Ростокера (ККР) Метод ортогонализированных плоских волн (ОПВ) Псевдопотенциал Комбинированные методы Определение поверхности Ферми Эффект де Гааза — ван Альфена Свободные электроны в постоянном магнитном поле Уровни блоховских электронов в постоянном магнитном поле Происхождение осцилляций Влияние спина электрона на осцилляции Другие методы исследования поверхности Ферми
8.3	Магнитные свойства	Типы магнитных структур Диамагнетизм и

	материалов	парамагнетизм. Ферромагнетизм Наблюдение магнитных структур Термодинамические свойства вблизи точки Кюри Свойства при нулевой температуре. Основное состояние гейзенберговского ферромагнетика Свойства при нулевой температуре. Основное состояние гейзенберговского антиферромагнетика Поведение гейзенберговского ферромагнетика при низких температурах. Спиновые волны Высокотемпературная восприимчивость Рассмотрение поведения системы вблизи критической точки Теория молекулярного поля Следствия дипольного взаимодействия в ферромагнетиках. Домены Следствия дипольного взаимодействия. Размагничивающие факторы
--	------------	--