

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

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Общей и теоретической физики*

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина

*Кристаллография и физика дефектов*

**Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.ДВ.08.02**

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

**03.03.02**

**Физика**

код

наименование направления

Программа

*Медицинская физика*

Форма обучения

**Очная**

Для поступивших на обучение в  
**2019 г.**

Разработчик (составитель)

*к.ф.-м.н., доцент*

*Ягафарова З. А.*

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>3</b>
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы .....	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>	<b>4</b>
<b>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 .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>5</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) .....	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....	5
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>7</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>9</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	9
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	9

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3)

Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5)

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: - основные понятия, определения и законы кристаллографии; - кристаллографические и кристаллохимические свойства веществ; - виды кристаллических решеток и их характеристики; - основные методы описания кристаллической структуры и исследования структуры вещества; - теорию роста кристаллов; - классификацию дефектов кристаллического строения и их влияние на свойства твердых тел
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: - определять элементы симметрии в кристаллах; - определять и описать классы кристаллов и их структуры; - выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать поступающую информацию вне зависимости от источника
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками применения профессиональных знаний теории и методов физических исследований на практике.
Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: - взаимосвязь между кристаллическим строением и физическими свойствами твердых тел; - методы исследования физических свойств твердых тел; - методы обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной

исследований (ПК-5)		области исследований.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: - применять на практике экспериментальные методы для исследования физических свойств твердых тел; - приобретать новые знания по предмету, используя современные информационные и коммуникационные технологии; - анализировать информацию в предметной области из различных источников, оценивать, структурировать, представлять в доступном для других виде; - формулировать основные понятия, корректно выражать и аргументированно обосновывать положения.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: методологией экспериментального исследования в избранной области; - навыками работы с аналитическим и научно-исследовательским оборудованием при проведении физических исследований, -навыками математической обработки результатов исследований.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Физика», «Математика» на уровне школьного образования, а также в ходе изучения таких дисциплин, как общая физика, физика конденсированного состояния, математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика.

Освоение данного модуля является необходимой основой для формирования компетенций в ходе последующего изучения предмета «Дифракционные методы исследования и анализа», при прохождении производственной и преддипломной практики, при оформлении выпускных квалификационных работ.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 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 2 зач. ед., 72 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	20
практических (семинарских)	
лабораторных	22
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	29,8

Формы контроля	Семестры
зачет	7

**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)				СР
		Контактная работа с преподавателем			СР	
		Лек	Пр/Сем	Лаб		
1.4	Идеальный кристалл и дефекты строения	4	0	4	5	
1.3	Элементы кристаллохимии и кристаллофизики	4	0	4	5	
1.2	Геометрическая и структурная кристаллографии	3	0	4	5	
1.1	Предмет курса и задачи его изучения. Кристаллическое и аморфное вещество.	1	0	2	4,8	
<b>1</b>	<b>Темы дисциплины</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>29,8</b>	
1.5	Дислокации, их виды Связь дислокаций и упругих свойств твердых тел.	4	0	4	5	
1.6	Диффузия в твердых телах	4	0	4	5	
	<b>Итого</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>29,8</b>	

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

Курс лабораторных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1.4	Идеальный кристалл и дефекты строения	Лабораторная (практическая) работа «Определение числа и энергии образования дефектов Шоттки» Лабораторная (практическая) работа «Определение

		числа и энергии образования дефектов Френкеля»
1.3	Элементы кристаллохимии и кристаллофизики	Лабораторная (практическая) работа «Определение кристаллографических индексов узлов, направлений и плоскостей» Лабораторная (практическая) работа «Определение координационных чисел для кристаллических решеток: простой кубической, ОЦК, ГЦК, типа алмаза, ГПУ»
1.2	Геометрическая и структурная кристаллографии	Лабораторная работа «Построение проекций кристаллов» Лабораторная работа «Уравнение Вульфа-Брегга. Определение межплоскостных расстояний, параметров и объема элементарной ячейки»
1.1	Предмет курса и задачи его изучения. Кристаллическое и аморфное вещество.	Лабораторная работа «Изучение процесса кристаллизации методами охлаждения и испарения»
<b>1</b>	<b>Темы дисциплины</b>	
1.5	Дислокации, их виды Связь дислокаций и упругих свойств твердых тел.	Лабораторная (практическая) работа «Определение контура и вектора Бюргера дислокаций» Лабораторная (практическая) работа «Дефекты по типу Франка-Рида»
1.6	Диффузия в твердых телах	Лабораторная работа «Определение модуля Юнга, коэффициента Пуассона» Лабораторная (практическая) работа «Определение скорости диффузии и диффузионного пути»

#### Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1.4	Идеальный кристалл и дефекты строения	Понятие об идеальном кристалле. Классификация дефектов строения реальных кристаллов. Виды точечных дефектов. Источники и стоки точечных дефектов. Комплексы точечных дефектов. Энергия образования и равновесная концентрация вакансий и межузельных атомов. Миграция точечных дефектов.
1.3	Элементы кристаллохимии и кристаллофизики	Координационные числа и координационные многогранники. Плотноупакованные слои и многослойные плотнейшие упаковки. Расположение, число и размеры пустот в гранцентрированной кубической (ГЦК), гексагональной плотноупакованной (ГП) и объемноцентрированной кубической (ОЦК) решетках. Основные структурные типы металлических элементов. Структурные типы алмаза и графита. Изоморфизм и полиморфизм. Симметрия и анизотропия физических свойств кристаллов.
1.2	Геометрическая и структурная кристаллографии	Кристаллографические индексы узлов, узловых рядов и узловых плоскостей. Элементы симметрии кристаллических многогранников. Классы симметрии,

		сингонии и категории кристаллов. Системы трансляций (решетки Браве). Условия выбора и характеристики элементарных ячеек. Пространственные группы симметрии кристаллов. Правильные системы точек. Закон Гаюи. Закон Вейсса. Уравнение Вульфа-Брегга. Методы проецирования кристаллов. Сферические, стереографические, гномостереографические проекции. Сетка Вульфа. Теорема Эйлера. Обозначения групп симметрии: по Шенфлису, международный, по Шубникову и т.д.
1.1	Предмет курса и задачи его изучения. Кристаллическое и аморфное вещество.	История развития кристаллографии как науки. Предмет теории строения материалов. Кристаллическое и аморфное вещество. Процесс кристаллизации. Строение кристаллических материалов. Основные характеристики кристаллического состояния вещества.
<b>1</b>	<b>Темы дисциплины</b>	
1.5	Дислокации, их виды Связь дислокаций и упругих свойств твердых тел.	Понятие дислокации. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Движение дислокаций. Контур и вектор Бюргера дислокаций. Плотность дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Полные и частичные дислокации. Дислокационные реакции. Плотнейшие упаковки и дефекты упаковки. Стандартный тетраэдр и дислокационные реакции в ГЦК решетке. Вершинные дислокации и дислокации Ломер — Котгрелла. Пересечение единичных краевых, краевой и винтовой и винтовых дислокаций. Пороги на дислокациях. Взаимодействие дислокаций с вакансиями и межузельными атомами. Дисклинации. Источник Франка-Рида. Источник Бардина-Херринга.
1.6	Диффузия в твердых телах	Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Упругая и пластическая деформация. Основные закономерности пластического течения кристаллов. Теоретическая и реальная прочность кристалла. Хрупкая и временная прочность твердых тел. Механическое двойникование. Поле упругих напряжений и упругая энергия дислокаций. Размножение дислокаций при пластической деформации. Пути повышения прочности твердых тел. Особенности диффузии в кристаллах. Диффузия в сплавах типа твердых растворов внедрения. Диффузия за счет движения вакансий. Макроскопическая диффузия. Теплостойкость твердых тел.

### 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Тема	Общая трудоёмкость всего(в
---	------	----------------------------

		часах)
1.	Предмет курса и задачи его изучения. Кристаллическое и аморфное вещество.	4,8
2.	Геометрическая и структурная кристаллографии	5
3.	Элементы кристаллохимии и кристаллофизики	5
4.	Идеальный кристалл и дефекты строения	5
5.	Дислокации, их движение	5
6.	Связь дислокаций и упругих свойств твердых тел. Диффузия в твердых телах.	5

Качество и глубина освоения материала по изучаемой дисциплине неразрывно связаны с чёткой организацией и эффективностью самостоятельной работы студентов (СРС). Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Самостоятельная работа студентов при изучении курса «Кристаллография и физика дефектов» включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) подготовка к семинарским и лабораторным занятиям;
- 2) самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- 3) подготовка к промежуточному контролю знаний (коллоквиуму, лабораторной работе и др.).

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется ведение конспекта и глоссария, чтение и анализ лекционного материала. В период подготовки к лекционным занятиям главное – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В процессе подготовки к лабораторным и практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Для реализации данных видов деятельности студенты самостоятельно прорабатывают литературу.



## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная учебная литература:**

1. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. - Москва : Мир, 1978. - Т. 1. - 391 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483337> (25.06.2021)
2. Матухин, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010.— Загл. с экрана— 219 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=262](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=262) (24.06.2021)

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. 1. Журнал «Успехи физических наук»  
2. Журнал «Российские нанотехнологии»  
3. Журнал «Физика твердого тела»  
4. Журнал «Поверхность. Физика, химия, механика»  
5. Журнал «Физика и техника полупроводников»  
6. Журнал «Оптика и спектроскопия»
2. Калашников, Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 238 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=49468](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=49468) — Загл. с экрана.
3. Ивлиев, А.Д. Физика [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 672 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=163](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=163) — Загл. с экрана.
4. Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 619 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=71742](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=71742) — Загл. с экрана.
5. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 288 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2023) — Загл. с экрана.

### **6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование документа с указанием реквизитов</b>
--------------	--