

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Н.В. Савина

2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**Основы теории дефектов**  
(наименование учебной дисциплины/модуля)

Направление подготовки 03.03.02 – «Физика»

Программа подготовки: академический бакалавриат

Квалификация выпускника: бакалавр

Год набора: 2018 г.

Форма обучения: очная

Курс IV Семестр 8

Зачет  $\frac{8}{(семестр)}$

Лекции 10 (акад. час.)

Практические занятия 20 (акад. час.)

Самостоятельная работа 42 (акад. час.)

Общая трудоемкость дисциплины 72 (акад. час.), 2 (з.е.)

Составитель Е.В. Стукова, профессор, доктор физ.-мат. наук.  
(И.О.Ф., должность-ученое звание)

Факультет инженерно-физический  
Кафедра физики

Благовещенск 2018 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика», квалификация: бакалавр

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

« 18 » 06 2018г., протокол № 11

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Е.В. Стукова

Рабочая программа одобрена на заседании УМС направления подготовки 03.03.02 – «Физика»

« 19 » 06 2018г., протокол № 3

Председатель \_\_\_\_\_ Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

\_\_\_\_\_ Н.А. Чалкина

« 18 » 06 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ Е.В. Стукова

« 18 » 06 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

\_\_\_\_\_ Л.А. Проказина

« 18 » 06 2018г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** является знакомство с основами теории дефектов, структурой кристалла, элементами симметрии кристаллов, а также типами дефектов и их влияния на физические характеристики кристаллов и получение в итоге фундаментального образования, направленного на приобретение современного естественнонаучного мировоззрения.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение структуры кристалла и пространственной решетки;
- получение знаний об элементах симметрии кристаллов и кристаллических структур;
- знакомство с основными типами дефектов в кристаллических структурах;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями физики дефектов;
- изучение процессов и изменения свойств материалов в зависимости от типов дефектов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Основы теории дефектов» входит в вариативную часть, дисциплина по выбору

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) физику реального кристалла;
- 2) физику конденсированного состояния;
- 3) квантовую теорию.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

**иметь представление** о кристаллической структуре и симметрии (ПК-1);

**знать** основные понятия теории дефектов, типы дефектов и их классификацию (ПК-1, ПК-3);

**уметь** описывать строение кристаллов, используя знания по точечной и пространственной симметрии и теории дефектов, необходимые для правильной интерпретации результатов самостоятельной научной деятельности и понимания специальной литературы, применять физические законы для решения типовых профессиональных задач (ПК-1, ПК-3);

**иметь навыки** поиска необходимых табличных данных в справочной литературе (ПК-1, ПК-3).

#### 4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Разделы дисциплины	Компетенции	
	ПК-1	ПК-3
Элементы теории кристаллов. Кристаллографические категории и сингонии.	+	-
Элементы симметрии кристаллических структур	+	+
Основы кристаллохимии	+	+
Основы теории дефектов. Точечные дефекты и их свойства.	+	+
Дислокации, классификация, свойства, характеристика.	+	+

#### 5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в акад. часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	СР	
1	2	3	4	6	7	8	9
1	Элементы теории кристаллов. Кристаллографические категории и сингонии.	8	1-2	2	4	8	Проверочная работа
2	Элементы симметрии кристаллических структур	8	3-4	2	4	8	Проверка в ходе практических работ
3	Основы кристаллохимии	8	5-6	2	4	8	Проверка в ходе практических работ
4	Основы теории дефектов. Точечные дефекты и их свойства.	8	7-8	2	4	8	Проверка в ходе практических работ
5	Дислокации, классификация, свойства, характеристика.	8	9-10	2	4	10	Проверка в ходе практических работ
<b>Итого</b>				<b>10</b>	<b>20</b>	<b>42</b>	<b>Зачет</b>

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы (раздела)□	Содержание темы (раздела)□
1	2	3
1	Элементы теории кристаллов. Кристаллографические категории и сингонии.	Основные элементы симметрии 1-ого рода. Действие плоскости симметрии. Действие центра симметрии. Действие осей симметрии разного порядка. Действие элементов симметрии 2-ого рода. Обозначение элементов симметрии.
2	Элементы симметрии кристаллических структур	Краткая характеристика элементов симметрии кристаллических структур. Краткие сведения о правильной системе точек и теоремах о сочетании.
3	Основы кристаллохимии	Понятие об ионном и эффективном радиусах. Закономерности изменения ионного радиуса элемента. Основные положения теории плотнейшей упаковки
4	Основы теории дефектов. Точечные дефекты и их свойства.	Классификация дефектов по геометрическому признаку. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные свойства. Точечные дефекты, их характеристика. Дефекты Шоттки и Френкеля. Центр окраски.
5	Дислокации, классификация, свойства, характеристика.	Понятие дислокации. Краевая и винтовая дислокации. Свойства дислокаций. Понятие о контуре и векторе Бюргерса. Мощность вектора Бюргерса. Размножение дислокаций. Источник Франка-Рида. Торможение дислокаций. Силы Пайерлса. Понятие о вершинной дислокации, дислокации Ломера Коттрелла, двойнивающей дислокации. Взаимодействие дислокаций с примесными атомами. Образование атмосфер. Понятие о плотности дислокаций и ее связь с качеством кристалла. Теоретическое обоснование методов наблюдения дислокаций. Краткая характеристика наиболее распространенных методов наблюдения дислокаций.

### 6.2 Практические занятия

1. Пространственная решетка и способы ее построения. Элементарная ячейка.
2. Действие плоскости скользящего отражения. Действие винтовой оси симметрии
3. Координационное число и координационный многогранник. Понятие о тетра- и октапорах. Коэффициент компактности.
4. Термодинамика точечных дефектов.
5. Пересечение краевых дислокаций. Образование порогов. Пересечение краевой и винтовой дислокации. Взаимодействие дислокаций с вакансиями и межузельными атомами.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа – 42 акад. час. По данному курсу в рамках самостоятельной работы студента предполагается подготовка к устной защите практических работ, текущая подготовка по темам лекционных занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Форма (вид самостоятельной работы)	Трудоемкость (в академических часах)
1	2	3	4
1	Элементы теории кристаллов. Кристаллографические категории и сингонии.	Подготовка в проверочной работе	8
2	Элементы симметрии кристаллических структур	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания)	8
3	Основы кристаллохимии	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания)	8
4	Основы теории дефектов. Точечные дефекты и их свойства.	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания)	8
5	Дислокации, классификация, свойства, характеристика.	Подготовка к практическим работам (выполнение домашнего задания)	10
Итого			42

### Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Стукова Е.В. Сборник учебно-методических материалов по дисциплине «Основы теории дефектов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/9923.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9923.pdf)

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Основы теории дефектов» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения. Практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения.

Распределение образовательных технологий соответствует проведению занятий в интерактивной форме в объеме 16 акад. час.

## **9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Основы теории дефектов».

### **9.1. Вопросы к зачету**

1. Основные элементы симметрии 1-ого рода.
2. Действие плоскости симметрии. Действие центра симметрии.
3. Действие осей симметрии разного порядка. Действие элементов симметрии 2-ого рода. Обозначение элементов симметрии.
4. Понятие об ионном и эффективном радиусах.
5. Закономерности изменения ионного радиуса элемента.
6. Основные положения теории плотнейшей упаковки
7. Классификация дефектов по геометрическому признаку.
8. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные свойства.
9. Точечные дефекты, их характеристика. Дефекты Шоттки и Френкеля. Центр окраски;
10. Понятие дислокации. Краевая и винтовая дислокации. Свойства дислокаций.
11. Понятие о контуре и векторе Бюргерса. Мощность вектора Бюргерса.
12. Размножение дислокаций. Источник Франка-Рида.
13. Торможение дислокаций. Силы Пайерлса.
14. Понятие о вершинной дислокации, дислокации Ломера Коттрелла, двойнивающей дислокации.
15. Взаимодействие дислокаций с примесными атомами. Образование атмосфер.
16. Понятие о плотности дислокаций и ее связь с качеством кристалла. Теоретическое обоснование методов наблюдения дислокаций.
17. Методы наблюдения дислокаций.

### **9.2. Критерии оценки**

**Текущий контроль** за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения аудиторных занятий посредством устного опроса, проведения контрольных работ или осуществления лекции в форме диалога.

**Промежуточный контроль** осуществляется два раза в семестр в проверочной работы.

**Зачет** – итоговый контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего и промежуточного контроля в виде устного или письменного зачета при ответах на два вопроса в билете и дополнительные вопросы по желанию преподавателя.

**Зачтено** – изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы;

допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них; допускаются отдельные существенные ошибки, исправление с помощью преподавателя.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ТЕОРИИ ДЕФЕКТОВ»

### Основная литература:

1. **Черевко А.Г.** Физика конденсированного состояния. Часть 1. Кристаллы и их тепловые свойств [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Черевко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 81 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69566.html>
2. **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?pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023)

### Дополнительная литература:

1. **Матухин, В.Л.** Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 219 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=262](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=262)
2. **Переломова Н.В.** Кристаллофизика [Электронный ресурс]: сборник задач с решениями/ Н.В. Переломова, М.М. Тагиева— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2013.— 408 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56276.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	2	3
1	<a href="http://www.pitbooks.ru/seti/">www.pitbooks.ru/seti/</a>	Сайт бесплатных электронных книг. Некоммерческий проект, создан с целью оказания помощи школьникам и студентам в изучении физики и других предметов. На этом ресурсе размещены различные материалы: учебники, задачки, лекции, другие учебные пособия. Все выложенные материалы для вас бесплатны и при скачивании не требуют каких-либо регистраций.
2	Электронно-библиотечная система IPRbooks <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
3	Электронная библиотечная система «Издательства Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>	Тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия.
4	Операционная система MS Windows 7 Pro Операционная система MS Windows XP SP3	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года



5	Операционная система MS Windows 10 Education? Pro	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
6	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a> На условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a>

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Рекомендации при подготовке и изучению лекционного материала.*

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов.

Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в урок-диктант.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников.

Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Перед каждой последующей лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции.

### *Рекомендации по подготовке к практическим занятиям*

Для более глубокого усвоения материала полезно решать задачи. Умение решать задачи потребуется и на экзамене. Большинство вузов в билеты устного экзамена, помимо теоретических вопросов, включает одну или несколько задач, и во время экзамена вам, кроме дополнительных теоретических вопросов, может быть предложена задача. Экзаменаторы справедливо считают, что одним из критериев усвоения теории является способность решать задачи.

1. Для подготовки к практическим занятиям используйте конспекты лекций, учебники и учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

2. Просмотрите те вопросы теории, освещающие разбираемую тему.
3. На практических занятиях целесообразно иметь при себе конспекты лекций, учебники и учебные пособия.
4. При выполнении домашних задач внимательно просмотрите решение аналогичных задач, рассматриваемых на учебных занятиях, осмыслите методы и методические приемы, используемые при их решении.

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. На занятиях применяется следующее техническое оборудование:

1. Мультимедийный проектор.
2. Ноутбук .