



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ МАТЕРИАЛОВ И ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ЦП

Давыденко А. В.
(ФИО)

(подпись)



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента общей и экспериментальной физики

В. В. Короченцев
(И.О. Фамилия)

(подпись)

« 28 » февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Кристаллография и кристаллофизика

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Нанотехнологии в электронике (совместно с ИАПУ ДВО РАН)

Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.03.04 **Электроника и нанoeлектроника**, утвержденного Министерством науки и высшего образования РФ от 19.09.2017, № 927 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол № 5 от «28» февраля 2023 г.

И.о. директора департамента общей и экспериментальной физики: к. х. н., доцент Короченцев В.В.

Составитель: к. ф.-м. н, профессор Г. С. Крайнова

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента и общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента и общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента и общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики и утверждена на заседании департамента и общей и экспериментальной физики, протокол от «___» _____ 202 г. № _____

Аннотация дисциплины

Кристаллография и кристаллофизика

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 32 часов, лабораторных занятий – 34 часа, курсовая работа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 78 часов (в том числе 36 часов на подготовку к экзамену).

Язык реализации: русский.

Цель: формирование у студентов знаний по строению кристаллических, квазикристаллических и аморфных тел на атомном уровне, связи структуры тел с их физическими свойствами.

Задачи:

– систематическое описание закономерностей макроскопических свойств кристаллов;

– изложение основных представлений о влиянии симметрии на макроскопические свойства кристаллов;

– установление связей между свойствами индивидуальных атомов и молекул и свойствами, обнаруживаемыми при объединении атомов или молекул в ассоциации в виде регулярно упорядоченных систем – кристаллов;

– объяснение свойств кристаллов и аморфных твердых тел, опираясь на простые физические модели;

– описание анизотропии электрических, упругих, оптических и магнитных свойств; установление явного вида физических свойств в различных сингониях, определение числа независимых параметров материальных тензоров.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность

управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни, способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных. Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Физика конденсированного состояния», «Физика магнитных явлений», «Физика эпитаксиальных и наноструктурированных пленок», «Синтез и свойства наноструктурированных материалов» и других, формирующих компетенции ОПК-1 - способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности; ПК-1 - способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования; ПК-3 - способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; ПК-4 - способность организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|---|--|---|
| Профессиональные компетенции | ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники | ПК-3.1 Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по | <u>Знает</u> принципы строения наноматериалов и наноструктур, основные характеристики кристаллического состояния <u>Умеет</u> осуществлять оценочные расчеты характеристик наноматериалов и наноструктур <u>Владеет</u> навыками оценки соответствия кристаллической структуры наноматериалов и |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | проведению измерений их параметров | наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров |
| | | ПК-3.2 Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации | <i>Знает</i> принципы работы высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники, исходя из их кристаллической структуры <i>Умеет</i> осуществлять настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий твердотельной нанoeлектроники <i>Владеет</i> навыками настройки и эксплуатации высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники с заданными служебными свойствами |
| | | ПК-3.3 Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией | <i>Знает</i> принципы модификации свойств кристаллических наноматериалов и наноструктур <i>Умеет</i> осуществлять подготовку к процессу модификации свойств кристаллических наноматериалов и наноструктур в соответствии с их физическими свойствами <i>Владеет</i> навыками проведения процессов модификации свойств твердотельных наноматериалов и наноструктур в соответствии с заданными свойствами |

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Кристаллография и кристаллофизика» применяются следующие дистанционные образовательные технологии и методы активного/интерактивного обучения: видеоконсультация и обратная связь онлайн, лекция-беседа.

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование у студентов знаний по строению кристаллических, квазикристаллических и аморфных тел на атомном уровне, связи структуры тел с их физическими свойствами.

Задачи:

- систематическое описание закономерностей макроскопических свойств кристаллов;
- изложение основных представлений о влиянии симметрии на макроскопические свойства кристаллов;
- установление связей между свойствами индивидуальных атомов и молекул и свойствами, обнаруживаемыми при объединении атомов или молекул в ассоциации в виде регулярно упорядоченных систем – кристаллов;
- объяснение свойств кристаллов и аморфных твердых тел, опираясь на простые физические модели;
- описание анизотропии электрических, упругих, оптических и магнитных свойств; установление явного вида физических свойств в различных сингониях, определение числа независимых параметров материальных тензоров.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни, способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных. Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Физика конденсированного состояния», «Физика магнитных явлений», «Физика эпитаксиальных и наноструктурированных пленок», «Синтез и свойства

наноструктурированных материалов» и других, формирующих компетенции ОПК-1 - способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности; ПК-1 - способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования; ПК-3 - способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; ПК-4 - способность организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.

Профессиональная компетенция студентов, индикаторы ее достижения и результаты обучения по дисциплине:

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции Тип задач производственно-технологический | ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники | ПК-3.1 Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров | <u>Знает</u> принципы строения наноматериалов и наноструктур, основные характеристики кристаллического состояния <u>Умеет</u> осуществлять оценочные расчеты характеристик наноматериалов и наноструктур <u>Владеет</u> навыками оценки соответствия кристаллической структуры наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров |
| | | ПК-3.2 Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий наноэлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации | <u>Знает</u> принципы работы высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий наноэлектроники, исходя из их кристаллической структуры <u>Умеет</u> осуществлять настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий твердотельной наноэлектроники <u>Владеет</u> навыками настройки и эксплуатации высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | | нанoeлектроники с заданными служебными свойствами |
| | | ПК-3.3 Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией | <i>Знает</i> принципы модификации свойств кристаллических наноматериалов и наноструктур <i>Умеет</i> осуществлять подготовку к процессу модификации свойств кристаллических наноматериалов и наноструктур в соответствии с их физическими свойствами <i>Владеет</i> навыками проведения процессов модификации свойств твердотельных наноматериалов и наноструктур в соответствии с заданными свойствами |

II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часа).

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

| № | Наименование раздела дисциплины | С е м е с т р | Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося | | | | | | Формы промежуточной аттестации |
|---|---|---------------------------------|---|-----|----|-----|----|-----------|--------------------------------|
| | | | Лек | Лаб | Пр | ОК* | СР | Конт роль | |
| 1 | Раздел I. Введение в кристаллографию | 5 | 2 | 34 | | | 42 | 36 | Экзамен |
| 2 | Раздел II. Симметрия кристаллов | | 10 | | | | | | |
| 3 | Раздел III. Основные положения теории групп | | 4 | | | | | | |
| 4 | Раздел IV. Симметрия кристаллических структур | | 10 | | | | | | |
| 5 | Раздел V. Основы кристаллофизики | | 6 | | | | | | |
| | Итого: | | 32 | 34 | | | 36 | 36 | |

*онлайн курс

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Введение в кристаллографию

Тема 1.1. История развития кристаллографии как науки.

Историческая справка о развитии кристаллографии как науки. Предмет кристаллографии и ее место среди других естественных наук. Сущность понятий «симметрии», «кристалл». Основные характеристики кристаллического вещества: однородность, анизотропия, способность самоограняться, симметрия.

Тема 1.2. Понятие симметрии.

Симметрия – фундаментальный закон науки и техники. Симметрия в природе (биологические объекты, геологические объекты, объяснение формы Земли с позиций симметрии). Симметрия физических законов.

Основные этапы становления и развития науки о кристаллах. Современные кристаллографические области знаний: математическая кристаллография, кристаллохимия, минералогическая кристаллография, органическая кристаллохимия, физическая кристаллография.

Раздел 2. Симметрия кристаллов.

Тема 2.1 Операции и элементы симметрии кристаллов.

Платоновские фигуры. Дуальное сопряжение. Закон Эйлера. Закон постоянства углов. Закон Вульфа – Брэггов.

Операции и элементы симметрии конечных фигур I и II рода (ось симметрии – поворотные, зеркальные и инверсионные, плоскость симметрии и центр симметрии). Их обозначение в символике Браве. Основной закон симметрии кристаллов - невозможность осей симметрии V порядка и выше порядков`.

Тема 2.2. Точечные группы симметрии кристаллов.

Теоремы о сочетании элементов симметрии и их использование при выводе 32-х кристаллографических классов. Принцип Кюри. Координатные системы в кристаллографии, категории, сингонии. Международная символика и символика А. Шенфлиса точечных классов (групп) симметрии.

Кристаллографические проекции. Сферическая проекция, полярный комплекс кристалла. Стереографическая проекция. Гномографическая проекция. Сетка Вульфа.

Тема 2.3. Морфология кристалла.

Понятие «простая форма кристалла», ее характеристики, симметрия простой формы. Понятие «облик» и «габитус» кристалла Простые формы кристаллов в классах разных сингоний. Комбинированные кристаллы.

Раздел 3. Основные положения теории групп.

Тема 3.1. Понятие группы. Порядок группы, порядок элемента. Понятие циклической, абелевой групп. Четверная группа Клейна, четверная циклическая группа.

Понятие подгруппы. Нормальный делитель. Классы сопряженных элементов. Группа вращения равностороннего треугольника.

Точечные группы кристаллических многогранников.

Раздел 4. Симметрия кристаллических структур.

Тема 4.1. Симметрия структуры кристаллов.

Пространственная решетка – главный элемент симметрии кристаллических структур. Типы решеток Браве. Определение элементарной ячейки – ячейки Браве. Прimitивная, условная ячейки Браве.

Трансляционные элементы симметрии – плоскости скользящего отражения, винтовые оси.

Общие представления о 230 пространственных группах симметрии. Правильные системы точек, их характеристики.

Тема 4.2. Основы кристаллохимии.

Атомные и ионные радиусы. Основные понятия кристаллохимии: координационное число, координационный многогранник, число формульных единиц.

Тема 4.3. Типы химической связи в кристаллах.

Типы связи в кристаллических структурах, их различия. Гомодесмические и гетеродесмические структуры. Координационные многогранники.

Основные типы структур (структура α -железа, меди, магния, вольфрама, поваренной соли, алмаза, графита, сфалерита и вюрцита, рутила).

Раздел 5. Основы кристаллофизики.

Тема 5.1. Тензорное описание физических свойств кристаллов.

Кристаллофизические системы координат. Скалярные физические свойства, векторные свойства кристаллов. Физические свойства кристаллов, описываемые тензором II ранга.

Тема 5.2. Физические свойства кристаллов.

Магнитные свойства, двойное лучепреломление, тепловое расширение, теплопроводность.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Раздел 2.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Точечные группы симметрии кристаллов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Методы проецирования кристаллов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Метод кристаллического индицирования: символы узлов, ребер, граней кристалла; параметры Вейсса, индексы Миллера.

Раздел 3.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Матричное представление элементов симметрии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Элементы теории групп в описании кристаллических структур.

Раздел 4.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Описание пространственной группы симметрии кристаллов.

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п / п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Код и наименование индикатора достижения | Результаты обучения | Оценочные средства * | |
|---------|--|---|---|----------------------|--------------------------|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Разделы 1-5 | ПК-3.1 Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров | <i>Знает</i> принципы строения наноматериалов и наноструктур, основные характеристики кристаллического состояния | УО-1 ПР-6 | - |
| | | | <i>Умеет</i> осуществлять оценочные расчеты характеристик наноматериалов и наноструктур | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <i>Владеет</i> навыками оценки соответствия кристаллической структуры наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по | УО-1 ПР-6 | |

| | | | | | |
|---|---------|--|--|--------------|--|
| | | | проведению измерений их параметров | | |
| | | ПК-3.2 Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации | <u>Знает</u> принципы работы высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники, исходя из их кристаллической структуры | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Умеет</u> осуществлять настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий твердотельной нанoeлектроники | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Владеет</u> навыками настройки и эксплуатации высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники с заданными служебными свойствами | УО-1 ПР-6 | |
| | | ПК-3.3 Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией | <u>Знает</u> принципы модификации свойств кристаллических наноматериалов и наноструктур | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Умеет</u> осуществлять подготовку к процессу модификации свойств кристаллических наноматериалов и наноструктур в соответствии с их физическими свойствами | УО-1 ПР-6 | |
| | | | <u>Владеет</u> навыками проведения процессов модификации свойств твердотельных наноматериалов и наноструктур в соответствии с заданными свойствами | УО-1 ПР-6 | |
| 2 | Экзамен | | | УО-1 ПР-5 | |

* Формы оценочных средств:

1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.

2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6); практические задания (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); ситуационные задачи (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); кроссворды (ПР-13) и т.д.

3) тренажер (ТС-1); и т.д.

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- выполнение лабораторных работ;
- подготовка к экзамену;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Кристаллография и кристаллофизика» включает в себя план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

| № п/п | Дата/сроки выполнения | Вид самостоятельной работы | Примерные нормы времени на выполнение | Форма контроля |
|--------------|------------------------------|---|--|-----------------------|
| 1. | В течение семестра | Подготовка к занятиям: изучение литературы, подготовка к лабораторным работам | 42 часа | УО-1 ПР-6 |

| | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------|----------|---------|
| 2. | 15-16 неделя семестра | Подготовка к экзамену | 36 часов | Экзамен |
| | Итого | | 78 часов | |

Самостоятельная работа по дисциплине включает в себя подготовку к лабораторным занятиям (изучение литературы) и подготовку к промежуточной аттестации по дисциплине.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Р.П. Дикарева. Введение в кристаллографию // М: Наука, 2007. – 240 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:269126&theme=FEFU>
2. Ю. К. Егоров-Тисменко . Кристаллография и кристаллохимия : учебник для вузов / [под ред. В. С. Урусова]. М: МГУ, 2014. – 587 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:734049&theme=FEFU>
3. Белов Н.П., Покопцева О.К., Яськов А.Д. Основы кристаллографии и кристаллофизики. Часть I. Введение в теорию симметрии кристаллов: Учебное пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 43 с.
<http://window.edu.ru/resource/335/63335>
4. Трушин В.Н., Андреев П.В., Фаддеев М.А. Рентгеновский фазовый анализ поликристаллических материалов. Электронное учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 89 с.
<http://window.edu.ru/resource/210/79>
5. Э.Э. Лорд, А. Л. Маккей, С. Ранганатан. Новая геометрия для новых материалов // Пер. с англ. под ред. В. Я. Шевченко, В. Е. Дмитриенко , М: Физматлит, 2010, 260 с.
<https://e.lanbook.com/book/48204>.

Дополнительная литература

1. Кристаллография. Лабораторный практикум. Под редакцией Е.В. Чупрунова // М: Физматлит, 2005. – 412 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:417643&theme=FEFU>
2. Задачи по кристаллографии. Под ред. Проф. Е.В. Чупрунова и проф. А.Ф. Хохлова // М.: Физматлит, 2003. – 208 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:417720&theme=FEFU>
3. М.П. Шаскольская. Кристаллография // М., Высшая школа, 1984, 392 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:244987&theme=FEFU>
4. И. Костов. Кристаллография // М., Мир, 1965, 528 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:93135&theme=FEFU>
5. Б.К. Вайнштейн. Современная кристаллография // М., наука, 1979, 1200 с.
 - Т.1. Симметрия кристаллов. Методы структурной кристаллографии.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:67138&theme=FEFU>
 - Т.2. Структура кристаллов.
 - Т.3. Образование кристаллов.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:42851&theme=FEFU>
 - Т.4. Физические свойства кристаллов.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:44870&theme=FEFU>
6. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела // М., Мир, 1979, 402 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:67373&theme=FEFU>
7. Г. Штрайтвольф. Теория групп в физике твердого тела // М., Мир, 1971, 262 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670142&theme=FEFU>
8. Дж. Най. Физические свойства кристаллов // М., Мир. 1967, 376 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:68558&theme=FEFU>
9. А.Б. Ройцин. Икосаэдрическая симметрия. Природа, 1993, N 8, с. 14-35.
10. Ю.К. Егоров-Тисменко, Г.П. Литвинская. Теория симметрии кристаллов // М.:ГЕОС, 2000, 410 с.
11. Ю.Г. Загальская, Г.П. Литвинская, Ю.К. Егоров-Тисменко. Геометрическая кристаллография // М.: МГУ, 1986, 168 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:52624&theme=FEFU>
12. Г.Б. Князев. Введение в кристаллографию // Томск.: ТГУ , 1999, 219 с.

13. А.В. Шубников, В.А. Копчик. Симметрия в науке и искусстве // М., Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2004. – 567 с.
<http://www.iprbookshop.ru/16624.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная физическая энциклопедия [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://femto.com.ua/index1.html>
2. База данных Scopus // Режим доступа: <http://www.scopus.com/home.url>
3. База данных Web of Science // Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com/>
4. Электронная библиотека Европейского математического общества // Режим доступа: <https://www.emis.de/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Teams, Microsoft Office (Power Point, Word) программное обеспечение сервисов сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

Информационно справочные системы и профессиональные базы данных:

1. ЭБС ДВФУ - <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>
2. Электронная библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
4. Электронная библиотечная система «eLIBRARY.RU»: <http://www.elibrary.ru/>
5. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <http://www.urait.ru/ebs>
6. Электронная библиотечная система «Znanium»: <http://znanium.com/>
7. Электронная библиотечная система IPRbooks: <http://iprbookshop.ru/>

8. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
9. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.ur01>
10. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
11. Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам" - <http://window.edu.ru/>
12. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ - <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и лабораторных занятиях, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным занятиям.

Освоение дисциплины «Кристаллография и кристаллофизика» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, лабораторных занятий, выполнением всех видов заданий и самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Кристаллография и кристаллофизика» является экзамен в 5 семестре.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---|--|---|
| <p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. – учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, специализированная лаборатория материаловедения и кристаллографии</p> | <p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 15/8) Оборудование: ЖК-панель LED Sharp 40” LC40LE530RU, Full HD, HD 100Hz USB – 1 шт. Доска аудиторная.</p> | <p>IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15-04-101 от 23.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно.</p> |
| <p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. – 1042. Аудитория для самостоятельной работы студентов</p> | <p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3</p> | <p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия на право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ :</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов REar!; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.</p> | <p>Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p> |
|--|---|--|