

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования и первым  
проректор

«31» мая



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.04 ГРУППЫ СИММЕТРИИ В ФИЗИКЕ

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность    Фундаментальная физика

Форма обучения   очная

Квалификация   бакалавр

Краснодар 2024

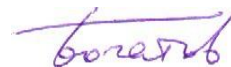
Рабочая программа дисциплины «Группы симметрии в физике» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.02 Физика (профиль) «Фундаментальная физика»

Программу составил:  
П.И.Быковский, доцент



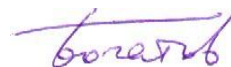
подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем  
протокол № 16 «18» апрель 2024 г.  
заведующий кафедрой физики и информационных систем  
БогатовН.М.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета  
протокол № 5 «18» апрель 2024 г.  
Председатель УМК факультета  
БогатовН.М.



подпись

Рецензенты:

Галуцкий В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры оптоэлектроники

Григорьян Л.Р., генеральный директор ООО НПФ «Мезон»

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1. Цели освоения дисциплины

Модернизация и развитие курсов физики связаны с возрастающей ролью фундаментальных наук в подготовке бакалавров.

Внедрение высоких технологий в инженерную практику предполагает основательное знакомство как с классическими, так и с новейшими методами и результатами физических исследований.

Целями освоения курса групп симметрии физике являются:

Ознакомление студентов с особенностями строения кристаллических и аморфных твёрдых тел.

Изучение взаимосвязи состава, структуры и физических свойств кристаллов.

Изучение естественной анизотропии кристаллов.

### 1.2. Задачи дисциплины:

Формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций.

Освоение приборной базы для исследования физических свойств кристаллов.

### 1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего образования

Дисциплина Б1.В.04 Группы симметрии в физике относится к вариативной части учебного плана для направления 03.03.02 Физика (бакалавриат).

Для успешного освоения курса кристаллофизики необходимы знания основ общей физики и прежде всего разделов, посвящённых изучению структуры и физических свойств различных материалов.

В свою очередь, знание законов кристаллофизики способствуют более глубокому пониманию таких специальных дисциплин, как физика полупроводников, физика конденсированного состояния вещества, нелинейная оптика и др.

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

Выпускник бакалавриата специальности 03.03.02 - Физика должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), которые формируются в процессе изучения кристаллографии:

| № пп | Индексация | Содержание компетенции (или её части)   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                 |  |   |
|------|------------|---|---|--|---|
|      |            |   | знать   | уметь  | владеть   |
| 1    | ПК-2       | Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) | современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) и методику научных | проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с | навыками научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических |

| №<br>пп | Инд<br>екс<br>ком<br>пии | Содержание<br>компетенции<br>(или её части)  | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся<br>должны   |  |  |
|---------|--------------------------|--|--|--|--|
|         |                          |  | знать  | уметь  | владеть  |
|         |                          | теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта | исследований в избранной области физических исследований (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта | помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта | физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта |

В результате освоения дисциплины Кристаллография обучающийся должен **знать** основные закономерности формирования твердотельных материалов с заданными свойствами; понимать взаимосвязь состава, структуры и физических свойств кристаллов;

**уметь** применять физические модели и законы для решения прикладных задач; **владеть** методами физики при решении современных и перспективных технологических задач.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО):

| Вид учебной работы   | Семестр/часы |
|--|--------------|
|  |              |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     | <b>80,3</b>  |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>80</b>    |
| Занятия лекционного типа                                   | 40           |
| Лабораторные занятия                                       | 40           |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) |              |
|  |              |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             | <b>8,3</b>   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      | 8            |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             | 0,3          |
| <b>Самостоятельная работа (всего):</b>                     | <b>20</b>    |
| <b>В том числе:</b>  |              |
| Курсовая работа  | -            |

|   |                                      |             |
|---|--------------------------------------|-------------|
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                                      | -           |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                                      | -           |
| Реферат   |                                      | -           |
| Подготовка к текущему контролю  |                                      | -           |
| <b>Контроль:</b>  |                                      | <b>35,7</b> |
| Подготовка к зачету   |                                      | -           |
| <b>Общая трудоемкость</b>   | <b>час.</b>                          | <b>144</b>  |
|   | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>80,3</b> |
|   | <b>зач. ед.</b>                      | <b>4</b>    |

## 2.2. Структура дисциплины:

Дисциплина группы симметрии в физике включает следующие разделы:

1. Геометрическая кристаллография.
2. Структурная кристаллография (кристаллохимия).
3. Физическая кристаллография.

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины:

| № раз-дела | Наименование разделов                         | Количество часов |                   |     |     |                      |
|------------|---|------------------|-------------------|-----|-----|----------------------|
|            |   | Всего            | Аудиторная работа |     |     | Внеаудиторная работа |
|            |   |                  | Л                 | КСР | ИКР |                      |
| 1          | Геометрическая кристаллография.               | 50               | 15                | 3   | 0,1 | 5                    |
| 2          | Структурная кристаллография (кристаллохимия). | 50               | 15                | 3   | 0,1 | 5                    |
| 3          | Физическая кристаллография                    | 44               | 10                | 2   | 0,1 | 10                   |
|            | Итого   | 144              | 40                | 8   | 0,3 | 20                   |

## 2.3. Содержание разделов дисциплины

| Раздел № | Наименование раздела           | Содержание раздела   | Форма текущего контроля                  | Ком-петенции                               |
|----------|--------------------------------|--|--|--|
| 1        | 2                              | 3  | 4  | 5  |
| 1        | Геометрическая кристаллография | Элементы симметрии, классы, сингонии и категории. Теоремы сложения элементов симметрии. Установка кристаллов. Индексы Миллера. Трансляция и пространственные группы симметрии. | Защита лабораторных работ, тестирование  | ПК-2                                       |
| 2        | Структурная кристаллография    | Решётки Браве. Координационные числа, -сферы и -многогранники. Число формульных единиц.  | Защита лабораторных работ, тестирование. | Способность проводить научные эксперименты |

|   |                            |  |  |   |
|---|----------------------------|--|--|---|
|   |                            | Структурные типы. Ионные радиусы. Особенности плотнейших упаковок. Пределы устойчивости структур.<br>Темы раздела способствуют формированию способностей, указанных в ПК-2.  |  | льные физические исследования с помощью современной приборной базы (ПК-2)                                 |
| 3 | Физическая кристаллография | Взаимосвязь состава, структуры и физических свойств твёрдых тел.<br>Предельные группы и принципы симметрии.<br>Указательные поверхности.<br>Классификация кристаллов по их физическим свойствам: пиро-, сегнето- и пьезоэлектрики; одно- и двuosные кристаллы, гиротропные кристаллы.<br>Усвоение всех тем раздела формируют способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (ПК-2). | Защита лабораторных работ, тест.<br>Проверка способностей проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы. | ПК-2<br><br>Способность проводить научные теоретические исследования в избранной области кристаллографии. |

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела           | Содержание раздела  | Форма текущего контроля | Количество часов |
|----|--------------------------------|---|-------------------------|------------------|
| 1  | 2                              | 3   | 4                       |                  |
| 1. | Геометрическая кристаллография | Элементы симметрии, классы, сингонии и категории. Теоремы сложения элементов симметрии. Установка кристаллов. Индексы Миллера. Трансляция и пространственные группы симметрии.            | Блицопрос               | 4                |
| 2. | Структурная кристаллография    | Решётки Браве. Координационные числа, -сферы и -многогранники. Число формульных единиц. Структурные типы. Ионные радиусы. Особенности плотнейших упаковок. Пределы устойчивости структур. | Блицопрос<br><br>Тест   | 4                |

|               |                            |   |                       |    |
|---------------|----------------------------|---|-----------------------|----|
| 3.            | Физическая кристаллография | Взаимосвязь состава, структуры и физических свойств твёрдых тел.<br>Предельные группы и принципы симметрии. Указательные поверхности. Классификация кристаллов по их физическим свойствам: пиро-, сегнето- и пьезоэлектрики; одно- и двуосные кристаллы, гиротропные кристаллы. | Блицопрос<br><br>Тест | 8  |
| <i>Итого:</i> |                            |   |                       | 16 |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (ПК-2):

| № п/п         | № раздела дисциплины | Темы семинарских (практических) занятий   | Кол-во часов |
|---------------|----------------------|---|--------------|
| 1             | 1                    | Симметрия кристаллических многогранников. Установка кристаллов и определение индексов Миллера плоскостей.   | 2            |
| 2             | 2                    | Геометрия пространственной решётки. Определение плотности кристаллов и коэффициентов заполнения.  | 6            |
| 3             | 3                    | Предельные группы и принципы симметрии. Естественная и искусственная анизотропия кристаллов. Классификация кристаллов по их физическим свойствам. | 8            |
| <i>Итого:</i> |                      |   | 16           |

### 2.3.3 Лабораторные занятия: (не предусмотрены)

### 2.3.4 Примерный перечень курсовых работ:

1. Методы выращивания монокристаллов.
2. Структура и физические свойства монокристаллов сложных оксидов.
3. Модернизация спецпрактикума по кристаллографии.
4. Разработка методики оценки знаний студентов по кристаллографии..

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине *Кристаллография*.

| № | Вид СРС                             | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы   |
|---|-------------------------------------|---|
| 1 | Проработка теоретического материала | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, ФГБОУ ВО «КубГУ», 2012. - 33 с.  |
| 2 | Реферат                             | 1. Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/93331">https://e.lanbook.com/book/93331</a> . |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | 2. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/93303">https://e.lanbook.com/book/93303</a> .   |
| 3 | Подготовка презентации по теме реферата | Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с.<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660</a> . |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению “Кристаллографии” используются современные образовательные технологии:

- интерактивное обучение;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Большая часть лекций проводится с использованием доски, проектора, таблиц, плакатов и демонстрационного эксперимента. Более 70% общего контактного времени (36,2 часа) проводятся в интерактивной форме (26 часов).

Занятия лабораторного практикума проводятся в специализированной лаборатории.

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам, учебной литературе, интернет ресурсам;
- выполнение домашних заданий (решение типовых задач и выполнение творческих заданий).

### 4.Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Оценка качества освоения программы включает текущий контроль успеваемости и итоговый контроль (зачёт).

Текущий контроль успеваемости ведётся по результатам выполнения домашних заданий и практических (расчётных) работ.



В конце каждого раздела проводится так называемый “блиц-опрос”, когда студенты тут же, после номера заданного вопроса, пишут формулы и (или) определения, решают “короткие” задачи.

**Пример бланка блиц опроса:**

Студент(ка) \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

1. Дать краткие определения следующим понятиям:  
 - класс или группа симметрии кристалла \_\_\_\_\_  
 - предельные группы симметрии \_\_\_\_\_  
 - структурный тип “NaCl” \_\_\_\_\_
2. Установить кристаллы классов **32** и **3m**  
 \_\_\_\_\_
3. Доказать наличие (отсутствие) пьезоэлектрического эффекта у кристаллов классов **4/m** и **3**.  
 \_\_\_\_\_
4. Заполнить таблицу, поставив + или – там, где надо.

| <i>Физическое<br/>Класс свойст-<br/>кристалла</i> | <i>во</i> | <i>Пьезо-<br/>электрич.<br/>эффект</i> | <i>Гиротропия<br/>(вращение<br/>плос-ти поляр.)</i> | <i>Одно-<br/>осный<br/>кристалл</i> | <i>Дву-<br/>осный<br/>кристалл</i> | <i>Пиро-<br/>электрич<br/>эффект</i> |
|---|-----------|--|---|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| ↓   | →         |  |   |                                     |                                    |                                      |
| <b>222</b>  |           |  |   |                                     |                                    |                                      |
| <b>mm2</b>  |           |  |   |                                     |                                    |                                      |
| <b>1</b>  |           |  |   |                                     |                                    |                                      |
| <b>23</b>   |           |  |   |                                     |                                    |                                      |
| <b>4m2</b>  |           |  |   |                                     |                                    |                                      |

5. Каким матрицам преобразования координат соответствуют операции симметрии **2<sub>x</sub>** и **4<sub>z</sub>**?
6. Кратко сформулировать принцип суперпозиции и привести свой пример.  
 \_\_\_\_\_

*Темы семинарских занятий:*

- Симметрия кристаллических многогранников.
- Установка кристаллов и определение индексов Миллера плоскостей.
- Геометрия пространственной решётки.
- Определение плотности кристаллов и коэффициентов заполнения.
- Предельные группы и принципы симметрии.
- Естественная и искусственная анизотропия кристаллов.
- Классификация кристаллов по их физическим свойствам.

*Задания для самостоятельной работы студентов.*

- Закономерности плотнейших упаковок шаров.
- Пределы устойчивости структур.
- Особенности строения и свойства жидких кристаллов.
- Изоморфизм и полиморфизм.
- Коэффициент заполнения элементарной ячейки.

*Формы и содержание аттестаций.*

*Формы аттестаций:*

Анализ результатов домашних и контрольных работ.  
Обсуждение результатов выполнения и защита расчётных работ.  
Зачёт в конце семестра.

*Примеры контрольных вопросов:*

Элементы симметрии точечных групп.  
Теоремы сложения элементов симметрии.  
Принципы симметрии в кристаллофизике.  
Пределы устойчивости структур.

**Примеры тестов:** Тест 1

| Вопрос   | Варианты ответов          |                   |                     |                   |
|--|---------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|  | 1                         | 2                 | 3                   | 4                 |
| Класс (группа) симметрии 4-хгранной пирамиды                                   | 4mm                       | m3m               | 4/m                 | 23                |
| Класс симметрии октаэдра   | 4mm                       | m3m               | 4/m                 | 23                |
| К какой категории относится трёхгранная призма?                                | высшая                    | низшая            | средняя             | не существует     |
| Определите индексы Миллера плоскости, если $(x, y, z) = (2, \frac{1}{2}, 1)$ . | (142).                    | (421)             | (412)               | (124)             |
| Определите координаты плоскости с индексами Миллера <b>(432)</b> .             | $(\frac{1}{2}, 1/3, 1/4)$ | $(1/3, 1/6, 1/4)$ | $(1/4, 1/3, 1/2)$ . | $(1/3, 1/4, 1/6)$ |

Тест 2.

| В о п р о с  | Варианты ответов |      |     |     |
|--|------------------|------|-----|-----|
| Тип решётки Бравэ CsCl   | C                | P    | I   | F   |
| Тип решётки Бравэ NaCl   | C                | P    | I   | F   |
| Сколько формульных единиц в решётке типа “алмаза”?             | 1,               | 4,   | 8,  | 12  |
| В кристаллах какого класса возможен пьезоэлектрический эффект? | 4/m,             | 4mm, | mm, | 2/m |
| Координационное число в структуре типа “меди” равно            | 1,               | 4,   | 8,  | 12  |

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

*(промежуточная аттестация не предусмотрена)*

### 4.2.1 Критерии оценки при итоговой аттестации (зачёт):

*Критериями устного ответа будут выступать следующие качества знаний:*

- полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;
- глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;
- конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний (доказать на примерах основные положения);
- системность – представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных её элементов, расположенных в логической последовательности;
- развёрнутость – способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;
- осознанность – понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

*Критериями письменного ответа и практического отчёта будут выступать следующие качества знаний:*

- полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;
- глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;
- конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний.

*Ответ студента на вопросы по дисциплине «Кристаллография» оценивается по двухбалльной системе (зачтено/не зачтено):*

**«Зачтено»** ставится, если:

- дан ответ достаточной степени полноты на поставленный вопрос;
- логика и последовательность изложения не имеют нарушений или присутствуют незначительные нарушения;
- изложение теоретического материала и употребление терминов было безошибочным или допущены несущественные неточности или ошибки;
- показаны умения и навыки практического применения теоретического материала.

**«Не зачтено»** ставится, если

- ответы на поставленные вопросы не были даны, а также если:
- логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения;
- допущены существенные ошибки в теоретическом материале;
- в ответе отсутствуют выводы;
- сформированность умений и навыков не показана.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

### **5.1 Основная литература:**

1. Егоров-Тисменко, Юрий Клавдиевич Кристаллография и кристаллохимия [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология" / Ю. К. Егоров-Тисменко; [под ред. В. С. Урусова] ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Геол. фак. - 3-е изд. - Москва : Книжный дом "Университет", 2014. - 587 с.: ил. - Библиогр.: с. 583-587. - ISBN 978-5-98227-687-2.

2. Бондарев В.П. Основы минерологии и кристаллографии с элементами петрографии [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. П. Бондарев. - М.: Форум : ИНФРА-М, 2015. - 280 с.

<http://znanium.com/catalog/author/4ee7b0a2-f860-11e3-9766-90b11c31de4c>.

3. Басалаев Ю.М. Кристаллофизика и кристаллохимия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. М. Басалаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 403 с.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=278304](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=278304).

## 5.2 Дополнительная литература:

1. Готтштайн Гюнтер Физико-химические основы материаловедения [Текст] : [учебное пособие] / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина под ред. В. П. Зломанова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 400 с.: ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр.: с. 375-383. - ISBN 9785947747690. - ISBN 3540401393.

2. Чупрунов Е.В. Основы кристаллографии: учебник для студентов вузов / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М.: Физматлит, 2006. - 500 с.: ил. - Библиогр.: с. 499-500. - ISBN 5940520601.

3. Артамонов В.А. Группы и их приложения в физике, химии, кристаллографии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Артамонов, Ю. Л. Словохотов. - М. : Академия, 2005. - 510 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр. : с. 498-503. - ISBN 5769521376.

## 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Программы моделирования структурных типов:

ТОPOS;

Kristallograph.rar.

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины и подготовке к итоговому контролю (зачёту)

Контроль полученных знаний осуществляется в виде зачета. Подготовка к нему – это обобщение и укрепление знаний, их систематизация, устранение возникших в процессе учебы пробелов в овладении учебной дисциплиной.

Зачет проводится в соответствии с учебной программой по данному предмету. Программа – обязательный руководящий документ, по которому можно определить объем требований, предъявляемых на зачетах, а также систему изучаемого учебного материала. Студенты вправе пользоваться программой и в процессе самих зачетов. Поэтому в ходе изучения предмета, подготовки к зачету нужно тщательно ознакомиться с программой курса. Это позволит целенаправленно изучить материал, самостоятельно проверить полученные знания. При подготовке к зачету следует побывать на групповых и индивидуальных консультациях, которые, являясь необходимым дополнением лекций, лабораторных занятий, помогают глубже усвоить наиболее сложные положения изучаемого курса, устранить пробелы в знаниях. Зачеты ставят перед студентами задачу самостоятельно распорядиться полученными знаниями, облечь их в надлежащую форму, подготовить логически стройный и научно обоснованный ответ.

## 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения занятий по дисциплине Кристаллография имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

| № | Вид работ | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность |
|---|-----------|--|
|   |           |  |

|    |                         |   |
|----|-------------------------|---|
| 1. | Лекционные занятия      | Лекционная аудитория (ауд. 201 С), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением; специализированные демонстрационные стенды и установки по различным разделам общей физики (ком. 200 С)                                |
| 2. | Семинары                | Спецлаборатория кристаллографии (ком. 320 С), имеющая компьютерный класс, наглядные пособия по кристаллографии: модели многогранников и пространственных решёток; программы моделирования и исследования кристаллических структур, поляризационный микроскоп МИН-8 и 5-осный столик Фёдорова. |
| 3. | Лабораторные занятия    | Лабораторные занятия не предусмотрены.  |
| 4. | Курсовое проектирование | Кабинет для выполнения курсовых работ - спецлаборатория кристаллографии (ком. 320 С).<br>Лаборатория выращивания монокристаллов (ком. 131 С).   |
| 5. | Консультации            | Аудитория 320 С, кабинет 232 С.   |
| 6. | Текущий контроль.       | Аудитория 320 С, кабинет 232 С.   |
| 7. | Самостоятельная работа  | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.  |