

# Рабочая программа дисциплины (модуля) **Кристаллофизика**

Закреплена за кафедрой  
Направление подготовки  
Профиль  
Квалификация  
Форма обучения  
Общая трудоемкость  
Часов по учебному плану  
в том числе:  
аудиторные занятия  
самостоятельная работа

Базовых дисциплин

22.03.02 Metallurgy

Обработка металлов давлением

бакалавр

очная

3 ЗЕТ

108

Формы контроля в семестрах:

зачет с оценкой 4

36

72

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>( <b>&lt;Курс&gt;.&lt;Семестр на<br/>курсе&gt;</b> ) | <b>4 (2.2)</b> |     | Итого |     |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-----|-------|-----|
| Неделя                                                          | 19             |     |       |     |
| Вид занятий                                                     | УП             | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                                          | 18             | 18  | 18    | 18  |
| Практические                                                    | 18             | 18  | 18    | 18  |
| Итого ауд.                                                      | 36             | 36  | 36    | 36  |
| Контактная работа                                               | 36             | 36  | 36    | 36  |
| Сам. работа                                                     | 72             | 72  | 72    | 72  |
| Итого                                                           | 108            | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*кхн, Доц., Мялкин И.В.*

---

---

Рабочая программа

**Кристаллофизика**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ОМ-25.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС"  
26.12.2024, протокол № 4-24

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Базовых дисциплин**

Протокол от 14.05.2025 г., №9

Зав. кафедрой Самусев С.В. \_\_\_\_\_

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------------|--------------------------|------------|
| 1.1                                                                                                                                                                                                                                                                      | - ознакомление с основными принципами строения важнейших классов кристаллических веществ                                           |                |       |             |                          |            |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                                                                      | - ознакомление с основными разделами структурной кристаллографии и кристаллохимии, необходимыми для современного химика или физика |                |       |             |                          |            |
| 1.3                                                                                                                                                                                                                                                                      | - изучение строения жидких кристаллов, кластеров, молекулярных комплексов, соединений, включений, координационных полимеров        |                |       |             |                          |            |
| 1.4                                                                                                                                                                                                                                                                      | - формирование общих представлений о симметрии                                                                                     |                |       |             |                          |            |
| 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| Цикл (раздел) ОП:                                                                                                                                                                                                                                                        | Б1.В                                                                                                                               |                |       |             |                          |            |
| 2.1                                                                                                                                                                                                                                                                      | Требования к предварительной подготовке обучающегося:                                                                              |                |       |             |                          |            |
| 2.1.1                                                                                                                                                                                                                                                                    | Математика                                                                                                                         |                |       |             |                          |            |
| 2.1.2                                                                                                                                                                                                                                                                    | Физическая химия                                                                                                                   |                |       |             |                          |            |
| 2.1.3                                                                                                                                                                                                                                                                    | Материаловедение                                                                                                                   |                |       |             |                          |            |
| 2.1.4                                                                                                                                                                                                                                                                    | Физика                                                                                                                             |                |       |             |                          |            |
| 2.1.5                                                                                                                                                                                                                                                                    | Химия                                                                                                                              |                |       |             |                          |            |
| 2.2                                                                                                                                                                                                                                                                      | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:                     |                |       |             |                          |            |
| 2.2.1                                                                                                                                                                                                                                                                    | Термическая обработка металлопродукции                                                                                             |                |       |             |                          |            |
| 2.2.2                                                                                                                                                                                                                                                                    | Термодинамика и кинетика сталеплавильных процессов                                                                                 |                |       |             |                          |            |
| 2.2.3                                                                                                                                                                                                                                                                    | Теория и технология производства стали                                                                                             |                |       |             |                          |            |
| 2.2.4                                                                                                                                                                                                                                                                    | Технологии конструкционных материалов                                                                                              |                |       |             |                          |            |
| 2.2.5                                                                                                                                                                                                                                                                    | Технологии производства металлопродукции                                                                                           |                |       |             |                          |            |
| 2.2.6                                                                                                                                                                                                                                                                    | Моделирование процессов и объектов в металлургии                                                                                   |                |       |             |                          |            |
| 2.2.7                                                                                                                                                                                                                                                                    | Организация и планирование проведения эксперимента                                                                                 |                |       |             |                          |            |
| 2.2.8                                                                                                                                                                                                                                                                    | Экология металлургического производства                                                                                            |                |       |             |                          |            |
| 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1.3: Выбирает оптимальный вариант решения задачи с использованием соответствующих методов                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| Знать:                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1.3-31 важнейшие термины современной кристаллофизики;                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1.3-32 основы анализа электронного строения простых молекул;                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1.3-33 основы анализа строения любых типов кристаллов и поиска трансляционных элементов симметрии, а также определения пространственных групп кристаллов                                                                                                              |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| Уметь:                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1.3-У1 обнаруживать элементы симметрии в любых объектах;                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1.3-У2 определять точечную группу симметрии любого объекта, в том числе кристалла                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| Владеть:                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1.3-В1 навыками формулирования выводов о потенциальных свойствах веществ на основе структурных данных и симметрии кристалла;                                                                                                                                          |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| УК-1.3-В2 навыками пользования современным кристаллохимическим программным обеспечением и поиска информации в важнейших банках структурных данных                                                                                                                        |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                    |                |       |             |                          |            |
| Код занятия                                                                                                                                                                                                                                                              | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                          | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
|                                                                                                                                                                                                                                                                          | Раздел 1. Операции и элементы симметрии                                                                                            |                |       |             |                          |            |

|                                                       |                                                                                      |   |    |        |                                  |  |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--------|----------------------------------|--|
| 1.1                                                   | Основные понятия симметрии /Лек/                                                     | 4 | 2  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 1.2                                                   | Элементы симметрии кристаллов /Пр/                                                   | 4 | 1  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 1.3                                                   | Самостоятельное изучение материала /Ср/                                              | 4 | 10 | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| <b>Раздел 2. Точечные группы симметрии</b>            |                                                                                      |   |    |        |                                  |  |
| 2.1                                                   | Обозначение точечных групп симметрии кристаллов /Лек/                                | 4 | 2  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 2.2                                                   | Правила нахождения элементов симметрии кристаллов и определения точечной группы /Пр/ | 4 | 1  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 2.3                                                   | Самостоятельное изучение материала /Ср/                                              | 4 | 20 | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| <b>Раздел 3. Пространственные группы симметрии</b>    |                                                                                      |   |    |        |                                  |  |
| 3.1                                                   | Трансляции и кристаллическая решетка /Лек/                                           | 4 | 2  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 3.2                                                   | Сингонии. Решетки Браве. Открытые элементы симметрии /Пр/                            | 4 | 1  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 3.3                                                   | Самостоятельное изучение материала /Ср/                                              | 4 | 20 | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| <b>Раздел 4. Примеры анализа структуры кристаллов</b> |                                                                                      |   |    |        |                                  |  |
| 4.1                                                   | Анализ структуры молекулярного кристалла /Лек/                                       | 4 | 2  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 4.2                                                   | Анализ структуры цепочечного кристалла /Пр/                                          | 4 | 1  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 4.3                                                   | Самостоятельное изучение материала /Ср/                                              | 4 | 6  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| <b>Раздел 5. Важнейшие понятия кристаллохимии</b>     |                                                                                      |   |    |        |                                  |  |
| 5.1                                                   | Изоморфизм, изоструктурность, изоточечность /Лек/                                    | 4 | 2  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |
| 5.2                                                   | Принцип максимального заполнения пространства /Пр/                                   | 4 | 1  | УК-1.3 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |



Темы контрольной работы:

1. Симметрия, симметричная фигура, операция симметрии, элемент симметрии.
2. Конгруэнтное и энантиоморфное равенство.
3. Элементы симметрии, связывающие конгруэнтно равные и энантиоморфно равные фигуры.

По разделу 2 –

Темы рефератов:

1. Привести примеры простых форм, встречающихся в кристаллах разной симметрии.
2. Обозначения точечных групп симметрии кристаллов.

По разделу 3 – устный опрос

Вопросы для устного опроса:

1. Пространственная симметрия атомной структуры кристаллов.
2. Основные элементы симметрии пространственных групп.

По разделу 4 – контрольная работа

Темы контрольной работы:

1. Привести примеры анализа структуры кристаллов.
2. Решетка Браве.

По разделу 5 – написание реферата

Темы рефератов:

1. Важнейшие понятия кристаллохимии: Атомно-кристаллическая структура,
2. Правильная система точек. Формульная единица

По разделу 6 – письменное задание

Варианты письменных заданий:

1. Строение простых веществ и сплавов.
2. Аллотропные модификации. Агрегатное состояние.

По разделу 7 – устный опрос

Вопросы для устного опроса:

1. Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова.
2. Строение органических и неорганических соединений.

По разделу 8 – тест

Пример тестовых заданий:

1. Валентные усилия и кристаллохимические формулы. Валентные усилия связей.
2. Правило Полинга. Координационные соединения и кристаллохимические формулы.

По разделу 9 – контрольная работа

Темы контрольной работы:

1. Дополнительная информация о кристаллах.
2. Рентгеновская плотность вещества. Квазикристаллы и модулированные кристаллы.

## **5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

Формы текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине:

- По разделу 1 – контрольная работа
- По разделу 2 – написание реферата
- По разделу 3 – устный опрос
- По разделу 4 – контрольная работа
- По разделу 5 – написание реферата
- По разделу 6 – письменное задание
- По разделу 7 – устный опрос
- По разделу 8 – тест
- По разделу 9 – контрольная работа

## **5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Вопросы для экзамена:

1. История развития кристаллографических наук. Первые кристаллографические законы. Основные направления современной науки.
2. Кристаллическое вещество. Основные характеристики, отличающие его от аморфных тел.
3. Симметрия, операция симметрии, элемент симметрии.
4. Конгруэнтное и энантиоморфное равенство. Элементы симметрии, связывающие конгруэнтно равные и энантиоморфно равные фигуры.
5. Элементы симметрии первого рода – поворотные оси симметрии. Их характеристики. Основной закон кристаллографии.
6. Элементы симметрии второго рода – зеркальная плоскость, центр симметрии.
6. Сложные элементы симметрии. Их взаимосвязь и реализация в кристаллическом веществе.

7. Осевая теорема Эйлера. Ее частные случаи. Доказательства.
8. Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при выводе и вычерчивании графиков классов симметрии.
9. Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при расшифровке символов Шенфлиса.
10. Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при построении международных символов классов симметрии.
11. Сферическое, стереографическое и гномостереографическое проецирование кристаллов. Особенности каждого из них. Сферические координаты. Их использование при проецировании кристаллов. Примеры.
12. Использование сетки Вульфа при проецировании кристаллов. Задачи, решаемые с помощью этих сеток. Взаимосвязь стереографических и гномостереографических проекций граней и ребер кристаллов. Понятие «зона». Использование зон при проецировании кристаллов.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания экзамена

"Отлично" - Обучающийся демонстрирует:

- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;
- способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- аргументированные, исчерпывающие ответы на вопросы аттестующего преподавателя;
- умение выполнять и обосновывать решение практических заданий;
- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам;
- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы

"Хорошо" - Обучающийся демонстрирует:

- знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины;
- знание теоретического материала;
- развернутые ответы на поставленные вопросы;
- умение выполнять практические задания, но допускает незначительные неточности при выполнении;
- владение рекомендованной основной и дополнительной литературой

"Удовлетворительно" - Обучающийся демонстрирует:

- знания теоретического материала по изученной дисциплине;
- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;

- неточные ответы на дополнительные вопросы;
- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;

"Неудовлетворительно" - Обучающийся демонстрирует:

- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;
- незнание рекомендованной литературы

Методика оценивания:

Оценка «зачтено» – разделы индивидуального задания выполнены полностью, технически грамотно оформлены.

Оценка «не зачтено» – разделы индивидуального задания выполнены не в полном объеме, имеются недочеты в оформлении заданий.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                           | Заглавие                                  | Библиотека           | Издательство, год |
|------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Л1.1 | Розин К.М., Петраков В.С.                     | Кристаллофизика: Учебное пособие          | Методические пособия | Москва, 2006      |
| Л1.2 | Егоров -Тисменко Ю.К<br>Егоров -Тисменко Ю.К. | Кристаллография и кристаллохимия: учебник | Электронный каталог  | Москва КДУ, 2010  |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие                                                      | Библиотека           | Издательство, год |
|------|---------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Л2.1 | Мальшеша Т.Я.       | Кристаллофизика, Минералогия природных процессов: Курс лекций | Методические пособия | Москва, 2005      |

#### 6.1.3. Методические разработки

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                               |                                      |                                                         |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Авторы, составители                                                                           | Заглавие                             | Библиотека                                              | Издательство, год |
| ЛЗ.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Николаев А.А.                                                                                 | Кристаллофизика минералов: Практикум | Методические пособия                                    | Москва, 2009      |
| 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               |                                      |                                                         |                   |
| Э1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>          |                                      | <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>   |                   |
| Э2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Электронная библиотека МИСиС <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>            |                                      | <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>   |                   |
| Э3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ЭБС Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> |                                      | <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> |                   |
| 6.3 Перечень программного обеспечения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                               |                                      |                                                         |                   |
| П.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Microsoft Office                                                                              |                                      |                                                         |                   |
| П.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Microsoft Teams                                                                               |                                      |                                                         |                   |
| П.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Canvas                                                                                        |                                      |                                                         |                   |
| 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                               |                                      |                                                         |                   |
| И.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>          |                                      |                                                         |                   |
| И.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Электронная библиотека МИСиС <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>            |                                      |                                                         |                   |
| И.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ЭБС Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> |                                      |                                                         |                   |
| И.4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Российская платформа открытого образования <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>  |                                      |                                                         |                   |
| 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                               |                                      |                                                         |                   |
| Ауд.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                               | Назначение                           | Оснащение                                               |                   |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                               | Кристаллофизика                      | Ноутбук, проектор, экран, интерактивная доска           |                   |
| 16/1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                               | Кристаллофизика                      | комплект тематических презентаций, доступ к             |                   |
| 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               |                                      |                                                         |                   |
| <p>Объем знаний, которые необходимо усвоить при изучении учебной дисциплины, определяется федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС), который определяет государственные требования к минимуму содержания знаний и уровню подготовки выпускника по дисциплине. Образовательные результаты освоения дисциплины, соответствующие определенным компетенциям согласно ФГОС, приведены в начале настоящей программы. Содержание тем учебной дисциплины и тем практических занятий приведены в программе. Этим определяются минимальные знания, которые студент должен демонстрировать после изучения дисциплины. Итоговым контролем по дисциплине является зачет. Зачет проводится аудиторно по индивидуально заданным вопросам. Для успешной подготовки к итоговому контролю предлагается выполнить следующие мероприятия: систематически прорабатывать лекционный материал при подготовке к практическим занятиям; выполнить практические работы по всем темам дисциплины (выполнение практических работ предусматривает заполнение отчетов, которые составляются в электронном виде); защитить практические работы по всем темам дисциплины. Защита проводится в виде собеседования</p> |                                                                                               |                                      |                                                         |                   |