

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Основы минералогии и петрографии

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 102

самостоятельная работа 24

часов на контроль 54

Формы контроля в семестрах:
экзамен 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 6 (3.2) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | УП | РП | | |
| Неделя | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Практические | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Итого ауд. | 102 | 102 | 102 | 102 |
| Контактная работа | 102 | 102 | 102 | 102 |
| Сам. работа | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Часы на контроль | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Итого | 180 | 180 | 180 | 180 |

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Голубев Олег Валентинович

Рабочая программа

Основы минералогии и петрографии

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 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Протокол от 20.06.2023 г., №08-22/23

Руководитель подразделения Торохов Геннадий Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Сформировать компетенции в соответствии с требованиями учебного плана, а также научить использовать теорию симметрии и метод кристаллографических проекций для описания и анализа структуры кристаллов; дать представление о структурах металлов и сплавов, соединений с металлической, ионной и ковалентной связью, о материалах с аморфной и квазикристаллической атомными структурами, а также научить применять полученные знания в профессиональной деятельности |
| 1.2 | |

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|------------|---|------------|
| Блок ОП: | | Б1.В.ДВ.08 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов | |
| 2.1.2 | Инженерные расчеты в металлургии | |
| 2.1.3 | Методы исследования свойств металлов и сплавов | |
| 2.1.4 | Организация и математическое планирование эксперимента | |
| 2.1.5 | Органическая химия в металлургии | |
| 2.1.6 | Основы пирро- и гидрометаллургического производства | |
| 2.1.7 | Основы теории литейных процессов | |
| 2.1.8 | Потребительские свойства металлургической продукции | |
| 2.1.9 | Процессы получения металлических порошков | |
| 2.1.10 | Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий | |
| 2.1.11 | Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации | |
| 2.1.12 | Термодинамика и кинетика металлургических процессов | |
| 2.1.13 | Технологические измерения и приборы | |
| 2.1.14 | Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов | |
| 2.1.15 | ARTCAD | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов | |
| 2.2.2 | Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД | |
| 2.2.3 | Конструирование литейной оснастки, раздел 1 | |
| 2.2.4 | Металловедение, часть 1 | |
| 2.2.5 | Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов | |
| 2.2.6 | Металлургия тяжелых цветных металлов | |
| 2.2.7 | Методы анализа структуры металлов и сплавов | |
| 2.2.8 | Метрология и измерительная техника | |
| 2.2.9 | Производство отливок из сплавов цветных металлов | |
| 2.2.10 | Современные методы производства сплошных и полых изделий | |
| 2.2.11 | Теория и технология производства стали в электропечах | |
| 2.2.12 | Теплотехника и экодизайн металлургических печей | |
| 2.2.13 | Технологии и оборудование для модификации поверхности | |
| 2.2.14 | Технология композиционных материалов | |
| 2.2.15 | Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях | |
| 2.2.16 | Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза | |
| 2.2.17 | Информационные технологии управления металлургическими печами | |
| 2.2.18 | Конструирование литейной оснастки, раздел 2 | |
| 2.2.19 | Логистика вторичных ресурсов | |
| 2.2.20 | Металловедение, часть 2 | |
| 2.2.21 | Металлургия благородных металлов | |
| 2.2.22 | Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов | |
| 2.2.23 | Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ | |
| 2.2.24 | Модельное производство | |
| 2.2.25 | Огнеупоры металлургического производства | |
| 2.2.26 | Основы промышленного дизайна и ювелирного дела | |

| | |
|--------|--|
| 2.2.27 | Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы. |
| 2.2.28 | Производство отливок из стали и чугуна |
| 2.2.29 | Производство тяжелых цветных металлов |
| 2.2.30 | Производство ферросплавов |
| 2.2.31 | Разливка стали и спецэлектрометаллургия |
| 2.2.32 | Технологические линии и комплексы ОМД |
| 2.2.33 | Физико-механические свойства металлов |
| 2.2.34 | Химия окружающей среды |
| 2.2.35 | Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД |
| 2.2.36 | Защитные покрытия на металлопродукции |
| 2.2.37 | Информационные технологии в деформационной обработке металлов |
| 2.2.38 | Комплексное использование сырья и техногенных материалов |
| 2.2.39 | Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения |
| 2.2.40 | Материаловедение и термообработка металлов и сплавов |
| 2.2.41 | Материаловедение неметаллических материалов |
| 2.2.42 | Методы исследования технологических процессов и оборудования |
| 2.2.43 | Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов |
| 2.2.44 | Моделирование процессов и объектов в металлургии |
| 2.2.45 | Наилучшие доступные технологии в металлургии |
| 2.2.46 | Оборудование литейных цехов |
| 2.2.47 | Основы аддитивных технологий |
| 2.2.48 | Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза |
| 2.2.49 | Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов |
| 2.2.50 | Производство благородных металлов |
| 2.2.51 | Производство легких металлов |
| 2.2.52 | Производство отливок из сплавов цветных металлов |
| 2.2.53 | Производство редких металлов |
| 2.2.54 | Производство слитков из сплавов цветных металлов |
| 2.2.55 | Современные методы исследования металлических материалов |
| 2.2.56 | Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования |
| 2.2.57 | Специальные способы литья |
| 2.2.58 | Теория металлургических процессов |
| 2.2.59 | Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем |
| 2.2.60 | Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии |
| 2.2.61 | Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов |
| 2.2.62 | Технология композиционных материалов |
| 2.2.63 | Экология металлургического производства |
| 2.2.64 | Автоматизация машин и агрегатов ОМД |
| 2.2.65 | Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов |
| 2.2.66 | Дизайн литого изделия |
| 2.2.67 | Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства |
| 2.2.68 | Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности |
| 2.2.69 | Компьютерное проектирование и инжиниринг |
| 2.2.70 | Материаловедческие основы производства твердых сплавов |
| 2.2.71 | Методы аттестации наноструктурированных поверхностей |
| 2.2.72 | Моделирование технологических процессов |
| 2.2.73 | Мониторинг работы металлургического предприятия |
| 2.2.74 | Основы теории сварки и пайки литых изделий |
| 2.2.75 | Особенности получения высокоточных отливок |
| 2.2.76 | Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей |
| 2.2.77 | Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы |
| 2.2.78 | Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов |
| 2.2.79 | Производство прямовосстановленного железа |

| | |
|---------|---|
| 2.2.80 | Промышленная экология и технологии декарбонизации |
| 2.2.81 | Разливка стали и спецэлектрометаллургия |
| 2.2.82 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов |
| 2.2.83 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов |
| 2.2.84 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов |
| 2.2.85 | СВС-технологии получения неорганических материалов |
| 2.2.86 | Современные производственные технологии |
| 2.2.87 | Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы |
| 2.2.88 | Технологии Big Data |
| 2.2.89 | Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов |
| 2.2.90 | Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД |
| 2.2.91 | Экодизайн и зеленые технологии |
| 2.2.92 | Экология литейного производства |
| 2.2.93 | Аддитивные технологии в литейном производстве |
| 2.2.94 | Анализ данных и аналитика в принятии решений |
| 2.2.95 | Аффинаж благородных металлов |
| 2.2.96 | Защита интеллектуальной собственности и патентоведение |
| 2.2.97 | Инженерия биоповерхностей |
| 2.2.98 | Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов |
| 2.2.99 | Конструирование и моделирование металлических материалов |
| 2.2.100 | Материалы на основе углерода |
| 2.2.101 | Металловедение, часть 3 |
| 2.2.102 | Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов |
| 2.2.103 | Методы и инструменты бережливого производства |
| 2.2.104 | Моделирование литейных процессов |
| 2.2.105 | Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств |
| 2.2.106 | Обращение со шлаками и шламами |
| 2.2.107 | Планирование эксперимента |
| 2.2.108 | Разработка и реализация предпринимательских проектов |
| 2.2.109 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния |
| 2.2.110 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов |
| 2.2.111 | Совмещенные процессы деформационно-термической обработки |
| 2.2.112 | Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния |
| 2.2.113 | Техногенное сырье и вторичные ресурсы |
| 2.2.114 | Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии |
| 2.2.115 | Экологическая экспертиза |
| 2.2.116 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.117 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.118 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.119 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.120 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.121 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.122 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.123 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.124 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.125 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.126 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.127 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.128 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.129 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| |
|---|
| ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов |
| Знать: |
| ПК-2-32 Характеристику основных типов современных кристаллических и квазикристаллических атомных структур. |
| ПК-2-31 Основные понятия и законы кристаллографии и кристаллохимии; основы кристаллофизики; |
| Уметь: |
| ПК-2-У1 характеризовать и анализировать структуры элементов, соединений, аморфных фаз и квазикристаллов; |
| ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий |
| Владеть: |
| ПК-3-В1 владеть навыками использования в исследованиях и расчетах методов и подходов кристаллографии и кристаллохимии к описанию и анализу структуры кристаллов (в том числе методами кристаллографических проекций, индентирования плоскостей и направлений в кристаллах); |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|---|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. Геометрическая кристаллография | | | | | | | |
| 1.1 | Понятие кристалла. Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Элементы симметрии многогранников (континуума) Теоремы сложения элементов симметрии многогранников. Определяющие элементы симметрии. Правила установки кристаллов /Лек/ | 6 | 12 | ПК-2-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 | | | |
| 1.2 | Точечные группы (классы) симметрии. Принцип вывода 32 классов симметрии Главные направления. /Пр/ | 6 | 12 | ПК-2-У1 | Л1.1 Л2.1 Л2.2 Э1 | | | |
| 1.3 | Элементы симметрии кристаллических структур (дисконтинуума). Системы трансляций Бравэ. Базис. /Лек/ | 6 | 12 | ПК-2-32 | Л1.1 Л2.1 Л2.2 Э1 Э4 Э5 | | | |
| 1.4 | Пространственные группы симметрии. Правильные системы точек. Международные кристаллографические таблицы. /Лек/ | 6 | 10 | ПК-2-31 ПК-2-32 | Л1.1 Л2.1 Л2.2 Э1 | | | |
| 1.5 | Кристаллографические проекции /Пр/ | 6 | 12 | ПК-2-У1 ПК-3-В1 | Л1.1 Л2.1 Л2.2 | | | |
| 1.6 | Индексы плоскостей и направлений. Межплоскостное расстояние, совокупность плоскостей. Кристаллографические зоны, условие зональности. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-2-У1 ПК-3-В1 | Л1.1 Л2.1 Л2.2 | | | |
| 1.7 | Стандартные проекции, принцип их построения. /Пр/ | 6 | 2 | ПК-2-У1 ПК-3-В1 | Л1.1 Л2.1 Л2.2 | | | |
| 1.8 | Определение класса симметрии по моделям многогранников. /Пр/ | 6 | 8 | | Л1.1 Л2.1 Л2.2 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|--|---|----|-----------------|---------------------------------|--|--|--|
| 1.9 | Выбор элементарной ячейки кристаллических структур. Определение периодов решетки и осевых углов. Определение системы трансляций Бравэ. Определение пространственной группы симметрии по моделям кристалла. Определение базиса кристаллической структуры и правильных систем точек с помощью Международных кристаллографических таблиц /Пр/ | 6 | 18 | ПК-2-У1 ПК-3-В1 | Л1.1Л2.1 Л2.2 | | | |
| 1.10 | Подготовка к контрольной работе №1 Тема: Кристаллографические проекции. Индексы плоскостей и направлений. /Ср/ | 6 | 8 | ПК-2-У1 ПК-3-В1 | Л1.1Л2.1 Л2.2 | | | |
| 1.11 | Выполнение домашнего задания 1 Тема: Геометрическая кристаллография. /Ср/ | 6 | 8 | | Л1.1Л2.1 Л2.2 | | | |
| 1.12 | Подготовка к контрольной работе №2 Тема: Классы симметрии. Пространственные группы. Базис. /Ср/ | 6 | 2 | | Л1.1Л2.1 Л2.2 | | | |
| | Раздел 2. Основы кристаллохимии | | | | | | | |
| 2.1 | Типы химической связи в кристаллах. Атомные и ионные радиусы. Координационные числа и многогранники. Плотнейшие шаровые упаковки. Типы пустот (пор) и мотивы их заполнения. Типичные плоские сетки. /Пр/ | 6 | 2 | ПК-2-У1 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э4 Э5 | | | |
| 2.2 | Структурный тип. Стандартная информация о структурном типе. Классификация структурных типов. Основные структуры химических элементов. Основные структуры соединений с металлической, ионной и ковалентной связью /Пр/ | 6 | 2 | | Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4 Э5 | | | |
| 2.3 | Выполнение домашнего задания №2 Тема: Кристаллохимический анализ модели. /Ср/ | 6 | 4 | ПК-2-У1 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Э4 Э5 | | | |
| | Раздел 3. Основы кристаллофизики | | | | | | | |
| 3.1 | Элементы кристаллофизики. /Пр/ | 6 | 2 | ПК-2-У1 | Л1.1Л2.1 Э1 | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---------|---------------------------|--|--|--|
| 3.2 | Принцип суперпозиции Кюри. Изменение симметрии кристалла в результате внешних воздействий. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-3-В1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 3.3 | Подготовка к контрольной работе №3. Тема: Основы кристаллохимии и кристаллофизики. /Ср/ | 6 | 2 | | Л1.1Л2.1 | | | |
| | Раздел 4. Основные характеристики структур с полным или частичным отсутствием трансляционной симметрии | | | | | | | |
| 4.1 | Аморфные твердые тела. Нанокристаллы. Квазикристаллы. Жидкие кристаллы /Пр/ | 6 | 2 | | Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 | | | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к контрольной работе 1

«Кристаллографические проекции. Индексы плоскостей и направлений». (ОПК-3.1-31; ОПК-3.1-В1)

- 1 Опишите принцип построения кристаллографических проекций?
- 2 Какие бывают комплексы?
- 3 Как получить гномостереографическую проекцию?
- 4 Как получить стереографическую проекцию?
- 5 Изобразите ГСП куба.
- 6 Что такое индексы плоскости?
- 7 Что такое индексы направления?
- 8 Дайте определение совокупности плоскостей.
- 9 Дайте определение зоне плоскостей.
- 10 Как рассчитать межплоскостное расстояние для заданной сингонии?
- 11 Напишите условие зональности.
- 12 Какие кристаллические системы Вы знаете?
- 13 Какие сингонии относятся к высшей, средней и низшей категориям?
- 14 Что такое стандартные проекции?
- 15 Для кристаллов каких сингоний можно построить стандартные проекции?
- 16 Укажите соотношения трансляций и углов для заданной сингонии.
- 17 Изобразите элементарную ячейку кристалла заданной сингонии?
- 18 Сколько плоскостей в совокупности для кристалла кубической сингонии?
- 19 Что произойдет с совокупностью, в случае понижения симметрии?
- 20 Как посчитать угол между двумя плоскостями?

Вопросы к контрольной работе 2 «Внешнее и внутреннее строение кристалла» (ОПК-3.1-31)

- 1 Что такое класс симметрии?
- 2 Как правильно записать пространственную группу?
- 3 Перечислите элементы симметрии континуума.
- 4 Что такое определяющий элемент симметрии?
- 5 Как действует заданный элемент симметрии?
- 6 Теоремы сложения элементов симметрии.
- 7 Укажите правила установки кристалла заданной сингонии.
- 8 Перечислите элементы симметрии дисконтинуума?
- 9 Главные направления.
- 10 Что такое базис?
- 11 Как правильно записать базис?
- 12 Как посчитать количество атомов на элементарную ячейку?
- 13 Что такое формула симметрии?
- 14 Что такое эпюра?
- 15 Как построить эпюру данного класса?
- 16 Какие типы решеток Бравэ Вы знаете?
- 17 Перечислите элементы симметрии со скольжением?
- 18 Перечислите элементы симметрии, не содержащие трансляций?
- 19 Какое положение точки на эпюре называется частным?
- 20 Какое положение точки на эпюре называется общим?
- 21 Перечислите принципы выбора элементарной ячейки.
- 22 Что такое правильная система точек?
- 23 Что такое кратность?
- 24 Как посчитать кратность элемента структуры?

Вопросы к контрольной работе 3 «Основы кристаллохимии и кристаллофизики» (ОПК-3.1-32; ОПК-3.1-У1, ОПК-1.1-У1)

- 1 Какие типы химической связи бывают в кристаллах?
- 2 Что такое координационное число?
- 3 Что такое координационный полиэдр?
- 4 Как посчитать координационное число в структуре?
- 5 Какие типы пустот бывают?
- 6 Какие упаковки называются плотнейшими?
- 7 Какие типы пустот бывают в плотнейших упаковках?
- 8 Как посчитать количество пор в структуре?
- 9 Что такое структурный тип?
- 10 Классификация структурных типов.
- 11 Опишите структурный тип (A1, A2, A3, B1, B2, C1)
- 12 От чего зависит радиус атома?
- 13 Как посчитать радиус атома в заданной структуре?
- 14 Что такое предел устойчивости структуры?
- 15 Как посчитать объём элементарной ячейки?
- 16 Что показывает коэффициент заполнения?

- 17 Как посчитать коэффициент компактности?
- 18 Как правильно записать Пирсон код.
- 19 Как изменится симметрия кристалла после внешнего воздействия?

Вопросы для самостоятельной подготовки к защите лабораторных работ:

Раздел «Геометрическая кристаллография» (ОПК-3.1-31; ПК-2.1-В1; ПК-3.1-В1)

1. Понятие кристалла. Пространственная решетка.
2. Элементарная ячейка. Принципы выбора элементарной ячейки.
3. Индексы плоскости; индексы направления;
4. Зона плоскостей, условие зональности;
5. Межплоскостное расстояние;
6. Совокупность плоскостей;
7. Категория кристалла;
8. Кристаллическая система. Сингония;
9. Элементы симметрии многогранников (континуума).
10. Теоремы сложения элементов симметрии континуума.
11. Определяющие элементы симметрии.
12. Правила установки кристаллов.
13. Точечные группы (классы) симметрии. Главные направления.
14. Элементы симметрии кристаллических структур (дисконтинуума).
15. Системы трансляций Бравэ,
16. Базис. Определение, правило записи.
17. Пространственные группы. Определение, правило записи;
18. Правильные системы точек.
19. Проекция: стереографическая и гномостереографическая. Принципы построения?
20. Что такое эпюра? Правила построения.
21. Проекция элементов симметрии кристалла.

Раздел «Основы кристаллохимии» (ОПК-3.1-У1; ОПК-3.1-В1; ОПК-1.1-31; ОПК-1.1-У1; ПК-2.1-У1; ПК-2.1-В1)

1. Типы химической связи в кристаллах.
2. Атомные и ионные радиусы. Таблица радиусов Гольдшмита.
3. Координационные числа.
4. Координационные многогранники.
5. Плотнейшие шаровые упаковки.
6. Типы пустот (пор) и мотивы их заполнения.
7. Коэффициент заполнения.
8. Структурный тип.
9. Стандартная информация о структурном типе.
10. Классификация структурных типов.
11. Основные структуры химических элементов.
12. Основные структуры соединений с металлической связью.
13. Основные структуры соединений с ионной связью.
14. Основные структуры соединений с ковалентной связью.
15. Изоморфизм.
16. Полиморфизм.

Раздел «Основы кристаллофизики» (ОПК-3.1-32; ОПК-3.1-У1; ОПК-1.1-У1; ПК-2.1-В1)

1. Предельные группы симметрии Кюри
2. Принцип П.Кюри;
3. Принцип Ф.Неймана;
4. Принцип суперпозиции Кюри;
5. Понятие о «черно-белой» и «цветной» симметрии
6. Изменение симметрии кристалла под действием внешних сил.

Раздел «Основные характеристики структур с полным или частичным отсутствием трансляционной симметрии» (ОПК-3.1-У1; ОПК-1.1-31; ОПК-1.1-У1; ПК-2.1-У1; ПК-2.1-В1)

1. Поликристаллы и монокристаллы;
2. Квазикристаллы: особенности симметрии, способы получения;
3. Аморфные твердые тела;
4. Жидкие кристаллы.

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

По курсу предусмотрен зачет с оценкой. Проставление оценки за зачет происходит на основе оценок контрольных мероприятий семестра, в качестве оценки проставляется среднеарифметическая оценка за три контрольные работы, при условии выполнения и защиты всех лабораторных работ и домашних заданий.

В семестре предусмотрены 2 домашних задания и три контрольных работы:

1. домашнее задание 1 по разделу 1 (тема "Геометрическая кристаллография")
2. домашнее задание 2 по разделам 1-3 (тема "Кристаллографический и кристаллохимический разбор модели")
3. Контрольная работа 1 по разделу 1 (тема "Кристаллографические проекции. Индексы плоскостей и направлений")
4. Контрольная работа 2 по разделу 2 (тема "Внешнее и внутреннее строение кристалла")
5. Контрольная работа 3 по разделам 3-4 (тема "Основы кристаллохимии и кристаллофизики")

Примеры контрольных работ и варианты Домашних заданий приведены в приложении.

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

Экзамен не предусмотрен.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы

Оценка «не явка» – обучающийся не явился на контрольные мероприятия в семестре.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|--|------------------|-----------------------|
| Л1.1 | Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н. | Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1982 |
| Л1.2 | Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н. | Рентгенографический и электронно-оптический анализ: практ. рук. по рентгенографии, электронографии и электрон. микроскопии металлов, полупроводников и диэлектриков: Учеб. пособие для вузов | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1970 |
| Л1.3 | Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н. | Рентгенографический и электронно-оптический анализ: приложения: Учеб. пособие для вузов | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1970 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|----------------------------|--|------------------|-----------------------|
| Л2.1 | Шаскольская М. П. | Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений | Библиотека МИСиС | М.: Высш. шк., 1984 |
| Л2.2 | Новиков И. И., Розин К. М. | Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: Учебник для вузов | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1990 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---------------------|--|------------------------|------------------------|
| Л2.3 | Розин К. М. | Практическая кристаллография: учеб. пособие для студ. вузов напр. 150700(651800)-Физическое материаловедение и 150100 (651300)-Металлургия | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2005 |

6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|--|------------------------|-------------------|
| Л3.1 | Ягодкин Юрий Дмитриевич, Свиридова Татьяна Александровна | Атомное строение фаз. Кристаллохимия твердых растворов и промежуточных фаз. Структура аморфных, квазикристаллических и нанокристаллических материалов: курс лекций для студ. спец. - 'Физика металлов' и 'Наноматериалы' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2007 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|---|---|
| Э1 | Научная электронная библиотека eLIBRARY | http://elibrary.ru/ |
| Э2 | РЕСУРСЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА Springer Nano -ресурс содержит информацию о наноматериалах и наноустройствах | http://nano.nature.com/ |
| Э3 | International Centre for Diffraction Data | http://www.icdd.com/ |
| Э4 | Inorganic Crystal Structure Database: | http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html |
| Э5 | International Union of CRYSTALLOGRAPHY: | http://www.iucr.org/resources/data |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|---|
| П.1 | MS Teams |
| П.2 | LMS Canvas |
| П.3 | Microsoft Office |
| П.4 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.5 | ESET NOD32 Antivirus |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | |
|-----|--|
| И.1 | International Union of CRYSTALLOGRAPHY: http://www.iucr.org/resources/data |
| И.2 | Полнотекстовые российские научные журналы и статьи: |
| И.3 | — Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/ |
| И.4 | — Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news |
| И.5 | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС): |
| И.6 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com |
| И.7 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/ |
| И.8 | — наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com |
| И.9 | — научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/ |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|--------------------------------|--|---|
| Б-413 | Учебная аудитория | проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели |
| Любой корпус Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |

| | | |
|----------------------|--|---|
| Читальный зал №4 (Б) | | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
|----------------------|--|---|

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов геометрической кристаллографии и кристаллохимии. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение практических и лабораторных занятий с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- использование парка моделей структур и моделей внешней формы кристаллов.

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется путем индивидуального опроса студентов во время лабораторных занятий, проведения трех письменных контрольных работ и двух домашних заданий. Рекомендуется на каждом практическом занятии и лабораторной работе проводить экспресс опрос с целью установления усвояемости дисциплины.

Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения лабораторных занятий и контрольных работ, график выдачи и сдачи домашних заданий.

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются еженедельные консультации.