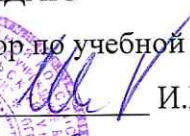


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2025 15:39:38
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73e106161b38c127c127c127c

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
 И.Г. Игнатова
«2» сентября 2020 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Кристаллография»

Направление подготовки - 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Направленность (профиль) – «Технологии материалов и наноструктур»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

ОПК	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
<p>ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>	<p>ОПК-4.Крист Способен обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>	<p>Знание: особенностей реального строения кристаллов Умение: проводить теоретические расчеты основных характеристик гетероструктур Опыт деятельности: анализирует полученные данные и составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям</p>
<p>ОПК-7 Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли</p>	<p>ОПК-7.Крист Способен составлять отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям в соответствии с устанавливаемыми требованиями</p>	<p>Знание: положений о симметрии внутреннего и внешнего строения кристаллических материалов. Умение: определять кристаллографические индексы плоскостей и направлений в кристаллах кубической и гексагональной сингоний. Умение: определять кристаллохимические характеристики материалов, определять кристаллографические характеристики кристаллов используя понятия дефектность кристаллов Опыт деятельности: Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине - Изучению модуля предшествует формирование общепрофессиональных компетенций в дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия».

Формируемые в процессе изучения модуля компетенции в дальнейшем углубляются изучением модулей «Физика конденсированного состояния», «Физическая химия», «Методы исследования наноматериалов и структур» и служат основой для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	4	144	32	16	16	44	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа(часы)	Форма текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Введение в кристаллографию	2	-	-	2	Опрос
2. Внешняя форма и симметрия кристаллов	8	8	6	12	Контрольные работы 1 - 3
					Защита лабораторных работ
					Опрос

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Форма текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3. Внутреннее строение кристаллов	2	-	-	4	Опрос
4. Основы кристаллохимии	6	-	6	12	Контрольные работы 4 – 5
					Практико-ориентированное задание
5. Основы кристаллофизики	4	-	2	4	Опрос
6. Строение реальных кристаллов	6	2	4	6	Защита лабораторной работы
					Опрос
7. Рост кристаллов	4	4	-	4	Опрос
					Защита лабораторной работы

4.1. Лекционные занятия

№ модуля	дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1		1	2	Предмет кристаллографии как науки. Три метода кристаллографической науки: аналитическая геометрия кристаллического пространства, метод теории групп симметрии и метод плотнейших упаковок. Роль кристаллов в науке, технике, электронике. Примеры применения кристаллов с особыми физическими свойствами в электронике, радиотехнике, оптоэлектронике. Основные этапы развития кристаллографии.
2		2	2	Простые кристаллические формы и их комбинации. Формы кристаллов, сростки и двойники. Соотношение между числом граней, ребер и вершин в кристаллах. Закономерность и симметрия структуры кристаллов. Монокристаллы и поликристаллы. Анизотропия свойств. Двойственный подход к описанию свойств кристаллов. Закон постоянства углов. Пространственная решетка. Преобразования с помощью трансляции. Узел, ряд, плоская сетка. Элементарный параллелепипед повторяемости. Параметры элементарной ячейки. Кристаллографическая система координат.

	3	2	Симметрические операции и элементы симметрии. Две системы обозначения элементов симметрии: международная символика и символика, основанная на формулах симметрии. Теоремы о сочетании элементов симметрии. Единичные направления в кристаллах. Принцип вывода и описание 32 классов симметрии кристаллов. Систематика кристаллов по категориям и сингониям, классам.
	4	2	Аналитическое описание распределения узлов. Кристаллографические индексы для обозначения плоскостей и направлений в кристаллах кубической и гексагональной сингонии. Закон целых чисел. Порядок определения индексов. Эквивалентные плоскости и направления. Связь между индексами плоскостей и направлений. Закон зон. Определение межплоскостных расстояний, углов между плоскостями.
	5	2	Кристаллографические проекции кристаллов: сферические, стереографические, гномостереографические, гномонические. Планарный и полярный комплексы. Две сферические координаты: полярное расстояние и долгота. Принцип построения стереографической проекции. Обозначение элементов симметрии на стереографической проекции. Сетка Вульфа. Стандартная стереографическая проекция элементов симметрии куба. Соотношения между различными проекциями.
3	6	2	14 типов решеток Бравэ. Условия выбора ячейки Бравэ. 4 типа решеток Бравэ по расположению узлов: примитивные, базоцентрированные, объемно-центрированные, гранецентрированные. Базис ячейки. Элементы симметрии структур: трансляция, винтовые оси, плоскости скользящего отражения. 230 пространственных групп симметрии кристаллических структур (федоровские группы). Международная символика классов симметрии. Международные записи пространственных групп. Интернациональные кристаллографические таблицы. Построение обратной решетки. Осевые параметры. Основные свойства обратной решетки. Физический смысл обратной решетки.
4	7	2	Основные понятия кристаллохимии. Типы химической связи в кристаллах. Атомные и ионные радиусы. Критерии кристаллических решеток химических элементов и соединений, твердых растворов и промежуточных фаз. Координационные сферы. Координационные многогранники. Общее число атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку. Число формульных (структурных) единиц и их связь со стехиометрическими формулами. Типы плотнейших упаковок в кристаллах. Мотив чередования слоев в ГЦК и ГПУ плотнейших упаковок. 2 типа пустот: тетраэдрические и октаэдрические. Обязательный признак плотнейших упаковок. Сравнительный анализ ГЦК и ГПУ плотнейших упаковок.
	8	2	Понятие о структурном типе (ПК, ОЦК, ГЦК, ГПУ). Коэффициент заполнения пространства. Ретикулярная плотность плоскости и направления. Структурный тип вольфрама. Структурный тип меди. Структурный тип магния.

			Способы представления структуры кристаллов: с помощью элементарной ячейки (графически); решеткой Бравэ и базисом; взаимно проникающими подрешетками и в терминах плотнейших упаковок.
	9	2	Структурные типы алмаза, сфалерита, вюртцита, поваренной соли, флюорита. Классификация элементарных полупроводников и полупроводниковых соединений типа $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$ по типу кристаллической структуры. Структурный тип диоксида кремния. Сложные структурные типы: перовскита, халькопирита, шпинели. Структурный тип корунда. Аллотропные формы и полиморфные модификации. Классификация полиморфных превращений. Монотропные и энантиотропные переходы. Полиморфные модификации кварца. Изоморфизм. Изотипия. Политипия. Политипы карбида кремния и сульфида цинка.
5	10	2	Предельные группы симметрии. Основной принцип симметрии физических свойств в кристаллах (закон Кюри). Принцип Нейманна. Понятие о кристаллофизической системе координат. Преобразование системы координат. Скалярные и векторные физические свойства кристаллов. Пирозлектрический эффект. Указательная поверхность. Понятие об антисимметрии.
	11	2	Физические свойства кристаллов, описываемые тензором второго ранга. Вывод закона Ома для кристаллов. Симметричный тензор второго ранга. Тензор второго ранга, записанный в главных осях. Характеристическая поверхность тензора второго ранга. Влияние симметрии кристалла на характеристическую поверхность. Свойства кристаллов, описываемые тензорами третьего и четвертого рангов. Двойное лучепреломление и поляризация света в кристаллах. Оптическая индикатрисса. Влияние симметрии кристалла на форму и ориентировку индикатриссы. Показатели преломления для кристаллов низшей, средней и высшей категории.
6	12	2	Дефекты в твердых телах и их влияние на свойства материала. Классификация дефектов кристаллической структуры. Точечные дефекты (вакансии, междоузельные атомы, примесные атомы замещения и внедрения). Дефекты Шоттки и Френкеля. Собственные точечные дефекты. Термодинамика точечных дефектов. Движение, источники и стоки точечных дефектов.
	13	2	Дислокации. Геометрические свойства. Поле напряжений дислокации и силы, действующие на дислокацию. Взаимодействие и движение дислокаций. Полные и частичные дислокации. Дислокационные реакции. Размножение дислокаций. Источник Франка-Рида. Роль дислокаций в процессе пластической деформации и упрочения.
	14	2	Поверхностные дефекты. Дефекты упаковки. Малоугловые границы (субграницы, границы блоков). Высокотугловые границы (границы кристаллитов, зерен). Объемные дефекты и их проявление в свойствах

			кристаллов. Трещины и поры. Двойники. Взаимодействие дефектов в кристаллах. Особенности дефектообразования в полупроводниках. Прямые и косвенные методы исследования дефектов кристаллического строения. Избирательное (селективное) травление кристаллов полупроводников. Методика прогнозирования формы ямки травления.
7	15	2	Основные представления о росте кристаллов. Термодинамика кристаллизации. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов. Переохлаждение. Число центров кристаллизации (ЧЦК). Линейная скорость роста кристаллов (ЛСК). Строение реальных слитков. Рост кристаллов в различных температурных условиях. Элементы теории роста кристаллов металлов, полупроводников и ионных соединений. Монокристаллические ленты. Дендритные ленты. Нитевидные кристаллы (вискерсы, усы).
	16	2	Авто- и гетероэпитаксия. Кристаллогеометрические условия проведения эпитаксиальных процессов. Рост эпитаксиальных слоев. Параметр несоответствия. Дислокации несоответствия. Псевдоморфный слой. Дефекты эпитаксиальных слоев. Операция разделения полупроводниковых пластин на приборные кристаллы (скрайбирование). Понятие о спайности кристаллов. Определение оптимального направления скрайбирования в зависимости от ориентации плоскости пластины. Определение формы приборного кристалла в зависимости от ориентации плоскости пластины. Жидкие кристаллы.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
2	1	2	Симметрия внешней формы кристаллов.
	2	2	Обозначение плоскостей и направлений в кубических кристаллах.
	3	2	Обозначение плоскостей и направлений в гексагональных кристаллах.
4	4	2	Кристаллохимические характеристики материалов. Плотнейшие упаковки атомов в кристаллах.
	5	2	Кристаллическая структура металлов.
	6	2	Кристаллическая структура полупроводников.
5	7	2	Основные законы кристаллофизики. Тензорное описание физических свойств кристаллов.
6	8	2	Дислокационная структура полупроводников. Методы определения дефектов кристаллического строения.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	<i>Простые формы кристаллов.</i> 1. Изучение форм кристаллических многогранников. 2. Практическое определение названий простых форм. 3. Определение элементов симметрии простых форм.
	2	4	<i>Сtereографические проекции плоскостей и направлений в кристаллах.</i> 1. Ознакомление с принципами построения сферических, стереографических и гномостереографических проекций кристаллов. 2. Решение задач с помощью стандартных стереографических проекций и сетки Вульфа.
6	3	4	<i>Исследование дефектности полупроводниковых материалов.</i> 1. Ознакомление с различными видами дефектов в кристаллических полупроводниках. 2. Изучение методов выявления дислокаций. 3. Освоение методики оценки плотности дислокаций в элементарных полупроводниках и полупроводниковых соединениях $A^{III}B^V$.
7	4	4	<i>Кристаллохимическое моделирование гетероэпитаксиальных процессов.</i> Ознакомление с понятием «эпитаксия». 1. Освоение методики кристаллохимического моделирования гетероэпитаксиальной пары. 2. Построение сопряженных атомных плоских сеток и анализ их несоответствия. 3. Расчет плотности дислокаций несоответствия.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Изучение теоретического материала в объеме лекций
2	3	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	5	Подготовка к контрольным работам
	4	Подготовка к лабораторным работам
3	4	Изучение теоретического материала в объеме лекций
4	2	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	6	Подготовка к контрольным работам

	4	Подготовка практико-ориентированного задания
5	4	Изучение теоретического материала в объеме лекций
6	4	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	2	Подготовка к лабораторной работе
7	2	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	2	Подготовка к лабораторной работе

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1 «Введение в кристаллографию»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения тематики модуля 1 в объеме лекции 1

Модуль 2 «Внешняя форма и симметрия кристаллов»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения тематики модуля 2 в объеме лекций 2 – 5, подготовки к практическим занятиям 1 - 3, подготовки к контрольным работам 1 – 3 в объеме лекций 3 – 4.
- ✓ Материалы для самостоятельного изучения теории при подготовке к лабораторным работам 1-2.

Модуль 3 «Внутреннее строение кристаллов»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения тематики модуля 3 в объеме лекции 6, подготовки к контрольной работе 3.

Модуль 4 «Основы кристаллохимии»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения тематики модуля 4 в объеме лекции 7 - 9, подготовки к практическим занятиям 4 - 6, контрольным работам 4,5, рубежному контролю.

Модуль 5 «Основы кристаллофизики»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения тематики модуля 5 в объеме лекций 10 – 11, подготовки к практическому занятию 7.

Модуль 6 «Строение реальных кристаллов»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения тематики модуля 6 в объеме лекций 12 – 14, подготовки к практическому занятию 8.
- ✓ Материалы для самостоятельного изучения теории при подготовке к лабораторной работе 3.

Модуль 7 «Рост кристаллов»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения тематики модуля 7 в объеме лекций 15 – 16.
- ✓ Материалы для самостоятельного изучения теории при подготовке к лабораторной работе 4.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Попенко Н.И. Структура реальных кристаллов [Текст]: Учеб. пособие / Н. И. Попенко, А. В. Железнякова, Ю. И. Шилиева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2015. - 120 с.
2. Попенко Н.И. Кристаллография: Лабораторный практикум / Н. И. Попенко, А. В. Железнякова ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М.: МИЭТ, 2010. - 76 с.
3. Попенко Н.И. Кристаллография: Методические указания по решению задач / Н. И. Попенко, А. В. Железнякова ; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ). - М.: МИЭТ, 2009. - 68 с.
4. Чупрунов Е.В. Основы кристаллографии: Учеб. для вузов / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М.: Физматлит, 2004. - 500 с.
5. Шаскольская М.П. Кристаллография: Учеб. пособие для вузов / М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984. - 376 с.
6. Цюрупа М.А. Сборник лабораторных работ по курсу "Кристаллография и кристаллохимия". Ч. 4 : Основы кристаллофизики / М. А. Цюрупа, Н. И. Попенко. - М.: МИЭТ, 1998. - 44 с.
7. Горелик С.С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков / С. С. Горелик, М. Я. Дашевский. - М.: Металлургия, 1988. - 529 с.

Периодические издания

Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 -.

Известия вузов. Материалы электронной техники : Научный рецензируемый журнал / ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС". - М. : МИСиС, 1998 -.

Физика и техника полупроводников = SEMICONDUCTORS / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе; Гл. ред. Р.А. Сурис. - СПб. : Наука, 1967 -. - Переводная версия SEMICONDUCTORS <https://link.springer.com/journal/11453>

Российские нанотехнологии = NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA / Федеральное агентство по науке и инновациям РФ, Парк-медиа. - М. : Российские нанотехнологии, 2006 -. - Переводная версия NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA <https://link.springer.com/journal/12201>

Материаловедение = Materials Sciences Transactions : Научно-технический журнал / Издательство "Наука и технологии". - М. : Наука и технологии, 1997 -

Неорганические материалы / РАН. - М. : Наука, 1965 -. - Переводная версия INORGANIC MATERIALS <https://link.springer.com/journal/10789>

Журнал неорганической химии / Российская академия наук, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН. - М. : РАН, Наука, 1956 -

Журнал технической физики / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе. - СПб. : Наука, 1931 -.

Журнал экспериментальной и теоретической физики : Научный журнал / РАН, Ин-т физических проблем им. П.Л. Капицы. - М. : РАН, Наука, 1873 -. Переводная версия

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **Лань: электронно-библиотечная система.** – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com/>(дата обращения: 21.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. **eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека:** сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru>(дата обращения: 11.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. **Юрайт: Электронно-библиотечная система: образовательная платформа.** - Москва, 2013. - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.
4. **SCOPUS** : библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – url: www.scopus.com/ (дата обращения: 20.09.2020). - режим доступа: для авториз. Пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение** (реализовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>).

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: *раздел ОРИОС «Домашние задания», электронная почта, WhatsApp группа с преподавателем.*

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах:

История кристаллографии <https://www.youtube.com/watch?v=sPDMVd1zd9Y>

Кристаллографические проекции <https://ru.coursera.org/lecture/physical-crystallography/ughly-miezhdu-napravleniiami-i-ploskostiami-zTA1C>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория № 4136 «Лаборатория микроскопии»	Мультимедийный комплекс, проекционная установка LP-350, компьютеры, принтеры Микроскопы: Микроскопы МЕТАМ РВ21-1(5шт.) Микроскоп поляризационный МП-2	ОС Microsoft Windows, Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции ОПК-4.Крист «Способен обрабатывать и представлять экспериментальные данные»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции ОПК-7.Крист «Способен составлять отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям в соответствии с устанавливаемыми требованиями»

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

В рамках рассматриваемого курса предусмотрены следующие формы учебных занятий:

- **лекции**, цель которых состоит в рассмотрении теоретических вопросов дисциплины

- **практические занятия**, цель проведения которых – углубленное изучение некоторых разделов курса, а также контроль выполнения студентами внеаудиторной самостоятельной работы

- **лабораторные занятия**, цель проведения которых – экспериментальное подтверждение и проверка существующих теоретических положений, формирование профессиональных компетенций, умений и навыков проведения экспериментов, ознакомление с современными приборами и аппаратурой.

- **внеаудиторная самостоятельная работа**, цель которой – закрепление полученных знаний, подготовка к практическим (лабораторным) занятиям, приобретение опыта самостоятельной работы с различными источниками информации. Самостоятельная работа студентов планируется по каждой из тем лекционного курса.

Методические указания для студентов

Дисциплина «Кристаллография» состоит из семи модулей.

Модульное построение курса предполагает изложение их содержания в единстве логического подхода. Изучение дисциплины начинается с определения предмета науки, его исторического развития, основных понятий и тенденций (модуль 1). Последовательность освоения модулей определяется переходом от изучения внешней формы кристаллов и ее симметрии (модуль 2) к внутреннему строению (модули 3, 4), определяющему свойства кристаллических материалов (модуль 5). Изложение 7-го модуля предполагает знание реальной структуры кристаллов, т.е. 6-го модуля, а также строения идеальных кристаллов (модуль 4). 4-ой модуль является центральным с точки зрения формирования компетенций, необходимых для понимания свойств кристаллических материалов и объяснения поведения материалов при различных технологических обработках. В рамках 4 модуля студентами выполняется практико-ориентированное задание в малых группах: задача студентов по имеющейся информации подобрать иллюстрационный и поясняющий материал для составления презентации и публичного представления информации на одном из занятий на 8 и 10 неделях. В 4 модуле студенты выполняют 2 контрольные работы, по качеству выполнения которых, командам достигшим максимального результата по разъяснению материала (наибольший процент правильно выполненных заданий в контрольных работах) начисляются дополнительные баллы за активность.

Приступать к лабораторным работам необходимо после изучения теоретического материала, рекомендованного преподавателем в рамках самостоятельной работы и изучения описания соответствующей лабораторной работы.

Для выполнения лабораторного практикума в библиотеке МИЭТ имеются учебно-методические пособия. Студенты получают допуск к лабораторной работе после ознакомления с описанием лабораторной работы. Для получения допуска необходимо правильно ответить на контрольные вопросы к теоретической части, приведенные в конце описания лабораторной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется по результатам защит лабораторных работ, написанию контрольных работ, выполнению в срок самостоятельной работы и участию в активных и интерактивных формах проведения занятий.

Для итоговой аттестации целесообразно использовать портфолио, включающий: конспект лекций и конспект материалов, подготовленных в рамках самостоятельной

работы, материалы лабораторных работ, представление заданной преподавателем отдельной задачи курса в виде презентации.

Подготовкой портфолио необходимо начать заниматься с первых дней семестра, не устранившись от активного участия в активных видах занятий.

Студентам рекомендуется активно посещать предусмотренные расписанием консультации с преподавателем.

11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины предусмотрен *экзамен*, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на накопительно – балльной системе. Для сдачи экзамена по дисциплине разработаны ФОСы, включающие тестовые задания и практико-ориентированное задание по проверке сформированности подкомпетенций с методическими указаниями по их выполнению и критериями оценки.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 70	3
71 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент Института ПМТ, к.х.н., доцент _____

Доцент Института ПМТ, к.т.н., доцент _____



Н.И. Попенко

А.В. Железнякова

Рабочая программа дисциплины «Кристаллография» по направлению подготовки 2822.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», программе «Технологии материалов и наноструктур» разработана в Институте перспективных материалов и технологий и утверждена на заседании УС ИПМТ 30 сентября 2020 года, протокол № 39.


Зам. директора Института ПМТ  /А.В.Железнякова/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки  / Т.П.Филиппова /