

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Евгеньевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 25.04.2024 16:36:35  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. заведующего кафедрой  
\_\_\_\_\_ Л.Н. Макарова  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Кристаллография и минералогия  
направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы  
направленность (профиль): Наноматериалы  
форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры ОФХ

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний, умений и владений в области строения и физических свойств минералов, основных особенностей их состава. В курсе «Кристаллография и минералогия» объединены два раздела «Кристаллография» и «Минералогия». Изучение кристаллографии позволяет познать фундаментальные законы внутреннего строения и внешней формы кристаллов, химического состава и условий их образования. Изучение минералогии, позволяет приобрести знания о классах и группах минералов, их физических и химических свойствах, процессах минералообразования, закономерностях распространения в земной коре, а также об их практическом применении, дать обучающимся знания об основах строения кристаллических и аморфных материалов.

### Задачи:

- изучение законов термодинамики в приложении к конденсированным системам;
- изучение основных типов кристаллических структур;
- изучение дефектов кристаллического строения, их влияние на свойства.
- формирование и углубление знаний закономерности морфологии и структурообразования, влияния структурных характеристик на свойства кристаллов и минералов;
- формирование умений разбираться в химической и кристаллоструктурной классификации минералов, их составе и физических свойствах, их происхождении и применении в качестве полезного сырья;
- формирование владений навыками использования методов исследования кристаллов, минералов и пород, а также связанных с ними полезных ископаемых.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Кристаллография и минералогия относится к блоку элективных дисциплин учебного плана.

Дисциплина Кристаллография и минералогия необходима обучающимся данного направления подготовки для усвоения знаний по следующим дисциплинам: Методы контроля и качества наноматериалов; Преддипломной практики.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять	УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а также поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи.	Знать: 3.1 пути поиска информационных источников Уметь: У.1 работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород; Владеть: В.1 основными принципами и способами определения внутреннего строения

системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать: 3.2. каким образом систематизировать информацию полученную из разных источников Уметь: У.2 формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных Владеть: В.2 методиками системного подхода к решению задач по кристаллографии и минералогии
	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач	Уметь: У.3 выполнять стандартные действия (определять элементы симметрии молекул, многогранников и кристаллических структур Знать: 3.3 как строить кристаллографическую проекцию, как описывать кристаллические структуры с точки зрения теоретической кристаллохимии Владеть: В.3 методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках дисциплины, кристаллография и минералогия.
ПКС-1. Прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	ПКС-1.1. Прогнозирует вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знать: 3.4 влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов Уметь: У.4 прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов Владеть: В.4 навыками прогнозирования вклада микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов
	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	Знать: 3.5 структуру и свойства наноматериалов Уметь: У.5 прогнозировать структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах Владеть: В.5 навыками прогнозирования структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах
ПКС-2. Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем различной природы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	ПКС-2.1. Управлять структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальной условий эксплуатации	Знать: 3.6 структуру и свойства металлических и неметаллических материалов Уметь: У.6 управлять структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов; Владеть: В.6 навыками выбора оптимальных условий эксплуатации
	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, надежности и долговечности	Знать: 3.7 основные типы наноматериалов и наносистем Уметь: У.7 выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности Владеть: В.7 навыками выбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
Очная	4/7	16	-	16	40	-	Зачет

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины.

#### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС час.	Всего час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр	Лаб				
1	1	Введение. Предмет и история кристаллографии	2	-	-	2	4	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Вопросы для коллоквиума, Вопросы для письменного опроса, лабораторные работы (отчет)
2	2	Геометрическая кристаллография	2	-	4	2	8	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Вопросы для коллоквиума, Вопросы для письменного опроса
3	3	Физическая кристаллография	2	-	4	2	8	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Вопросы для коллоквиума, Вопросы для письменного опроса
4	4	Кристаллохимия (Химическая кристаллография)	2	-	4	2	8	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Вопросы для коллоквиума, Вопросы для письменного опроса
5	5	Предмет и история минералогии	2	-	-	6	8	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Вопросы для письменного опроса, реферат, лабораторные работы (отчет)
6	6	Минералогические исследования	2	-	2	6	10	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Вопросы для письменного опроса, реферат

7	7	Происхождение минералов	2	-	-	7	9	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Вопросы для письменного опроса, реферат
8	8	Кристаллохимия силикатов	2	-	2	8	12	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Вопросы для письменного опроса, рефераты, лабораторные работы (отчет)
Зачет						5	5	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2	Комплект вопросов к зачету
Итого			16		16	40	72		

## 5.2. Содержание дисциплины

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

#### **Раздел 1. Предмет и история кристаллографии**

Задачи кристаллографии. Основные этапы развития кристаллографии. Е.С.Федоров – создатель современной кристаллографии. Задачи, стоящие перед кристаллографами. Новые течения кристаллографии. Понятие о кристалле и кристаллическом веществе. Вещество кристаллическое и аморфное. Распространенность кристаллического вещества в природе и технике. Основные свойства кристаллов: анизотропность, изотропность, способность к самоограничению. Кристаллизация, рост кристаллов.

#### **Раздел 2. Геометрическая кристаллография**

Геометрическая кристаллография - её задачи исследования. Открытие закона постоянства углов (закон Стено – Ломоносова - Роме-Делиля). Взгляды М.В.Ломоносова в вопросе строения кристаллов. Общие понятия о строении кристаллов. Выводы 32 видов симметрии. Сингонии. Распределение видов симметрии по сингониям. Определение простых форм и их комбинаций. Общие и частные простые формы. 47 простых форм.

#### **Раздел 3. Физическая кристаллография**

Физическая кристаллография и задачи её изучения. Механические свойства кристаллов: твердость, спайность, упругость. Электрические свойства кристаллов. Тепловые свойства кристаллов. Оптические свойства кристаллов. Поляризация света. Двуприломление. Методы измерения показателей преломления. Понятие об оптической индикатрисе. Оптические константы кристаллов.

#### **Раздел 4. Кристаллохимия**

Кристаллохимия и задачи её исследования. Ранние теории структуры кристаллов (теория Аюи). Пространственная решетка. Элементы симметрии пространственных решеток. Трансляция 14 типов решеток Браве. Простейшие структуры кристаллов. Атомные и ионные радиусы. Координационные числа. Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами. Понятие о

плотнейшей упаковке шаров. Типы химической связи. Гетерополярные кристаллы. Гомеополярные кристаллы. Структуры металлов и интерметаллических соединений. Кристаллические структуры простых веществ. Гомодесмические и гетеродесмические структуры. Зависимость физических и химических свойств твердых тел от кристаллической структуры и природы химической связи.

## **Раздел 5. Предмет и история минералогии**

Понятие о минерале, минеральном виде и минеральном индивиде. Место минералогии среди других геологических наук. Развитие минералогии в России. Задачи современной минералогии. Значение минералогии для поисковоразведочного дела, разработки методов использования минералов в промышленности и выявление новых видов минерального сырья. Основные направления в современной минералогии. Химический состав минералов и его особенности. Общие закономерности в химическом составе минералов. Формулы минералов. Роль воды в минералах. Понятие об истинных и коллоидных системах. Виды и типы изоморфизма. Твердые растворы и смешанные кристаллы. Распад твердых растворов. Полиморфизм. Метамиктное состояние минералов. Основные физические свойства минералов. Морфологические, механические (твердость, излом, спайность) и оптические (цвет, цвет черты, блеск, прозрачность). Прочие свойства: удельный вес, магнитность, теплопроводность и др. Зависимость свойств минералов от их химического состава, кристаллической структуры и условий их образования. Практическое использование свойств минералов. Морфология минералов и минеральных агрегатов: форма и облик отдельных кристаллов. Двойники, скрытокристаллические формы, натёки, жеоды, конкреции и т.д. Принципы современной классификации минералов. Кристаллохимическая классификация. Химическая, генетическая, геохимическая, кристаллохимическая и смешанные классификации. Классификация, принятая в курсе. Самородные элементы. Галоидные соединения. Сульфиды и их аналоги: простые и слоистые сульфиды. Окислы и гидроокислы. Химические и структурные особенности. Подразделения внутри класса. Бораты. Фосфаты. Арсенаты. Ванадаты. Сульфаты. Карбонаты. Хроматы, вольфраматы, молибдаты. Особенности состава и структуры. Главные катионы и изоморфные замещения. Типы связей. Физические свойства и происхождение.

## **Раздел 6. Минералогические исследования**

Методы изучения минералов: гранулометрический, шлиховой, иммерсионный, термический, рентгеноструктурный, электронный, химический и термобарогеохимический.

## **Раздел 7. Происхождение минералов**

Общая характеристика минералообразования. Магматическое минералообразование. Кристаллизация из магматического расплава, отложение из постмагматических растворов, гипергенное образование минералов (выветривание, образование химических осадков, биолитов). Метаморфическое минералообразование. Метасоматоз и метасоматическое минералообразование. Псевдоморфозы, типы и их значение для познания генетических процессов минералообразования. Понятие о парагенезисе, генерациях и типоморфизме минералов. Развитие учения о парагенезисе в работах Ломоносова, Севергина, Брейтгаупта, Вернадского и др. Современные представления о генезисе минералов. Содержание термина "генезис минералов". Понятие о минеральных ассоциациях и генерациях минералов в минеральных месторождениях. Понятие о магме, составе магмы (химический состав и фазовые состояния). Температура кристаллизации минералов собственно магматического процесса и общие закономерности в изменении минеральных ассоциаций с понижением температуры. Дифференциация магмы. Общие схемы отделения летучих соединений от магматического расплава. Ликвация,

кристаллизационная дифференциация. Общая характеристика пегматитового процесса. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах А.Е.Ферсмана, А.Н. Заварицкого и др. Значение и роль летучих при образовании пегматитов. Общая характеристика контактово-метасоматического процесса минералообразования (скарны и грейзены). Гидротермальное образование минералов. Общие условия и факторы, определяющие характер гипергенных процессов. Стадийность в образовании гипергенных минеральных комплексов. Условия и закономерности образования минералов при выветривании. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания. Химические осадки морских и озерных бассейнов. Порядок выделения минералов для этого типа генезиса. Общая характеристика метаморфических процессов образования минералов: факторы метаморфизма и типы метаморфических процессов. Классификация метаморфических минералов.

## Раздел 8. Кристаллохимия силикатов

Современные представления о структуре силикатов и алюмосиликатов. Их систематика по внутреннему строению. Состав анионных радикалов. Добавочные анионы. Состав катионов. Главнейшие схемы изоморфных замещений. Общие особенности физических свойств силикатов. Особенности кристаллохимии силикатов. Островные силикаты. Особенности состава Нормальные силикаты с добавочными анионами. Классификация островных силикатов. Цепочечные и ленточные силикаты. Типы цепочек их состав и положение в структуре. Характерные, особенности морфологии и физических свойств. Силикаты с одинарными цепочками - пироксены. Силикаты со сдвоенными цепочками - амфиболы. Слоистые силикаты, алюмосиликаты. Особенности состава, структуры. Специфика морфологии и физических свойств. Классификация слоистых силикатов. Каркасные силикаты. Распространенность. Особенности структуры и состава. Морфология и физические свойства. Классификация каркасных силикатов.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час. ОФО	Тема лекции
1	1	2	Введение. Задачи кристаллографии. Основные этапы развития кристаллографии. Общие понятия о строении кристаллов.
2	2	2	Метод кристаллографического индизирования. Кристаллографические проекции.
3	3	2	Элементы симметрии кристаллических многогранников. Кристаллографические категории, сингонии и системы координат.
4	4	2	Классы симметрии. Общие определения и системы обозначения. Формы кристаллов.
5	5	2	Определение символов граней и ребер. Физически различные формы кристаллов. Симметрия структуры кристаллов.
6	6	2	Понятие о минерале. Задачи современной минералогии. Химический состав минералов и его особенности. Формулы минералов.
7	7	2	Минералогические исследования.
8	8	2	Происхождение минералов. Кристаллохимия силикатов
Итого:		16	

## Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

## Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час. ОФО	Наименование лабораторной работы
1	1-8	2	Установление вещества по данным о межплоскостных расстояниях методом рентгеноструктурного анализа
2	2,4	2	Рентгеновские трубки
3	2	2	Определение плотности дислокаций методом электронной микроскопии
4	2,4	2	Рентгеноструктурный анализ закаленной стали
5	4,5	2	Определение элементов симметрии простых форм кристалла
6	2,3,5	2	Методы структурного анализа материалов
7	5	1	Воспроизведение формы кристалла по стереографической проекции
8	2	1	Разделение Ка- дублета методом Речингера
9	4	1	Простые формы кристаллов и их элементы симметрии
10	3,4	1	Индицирование рентгенограмм поликристаллических веществ кубической сингонии
Итого:		16	

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины самостоятельного изучения	Объем, час. ОФО	Тема	Вид СРС
1	1	4	Понятие о кристалле и кристаллическом веществе. Вещество кристаллическое и аморфное. Распространенность кристаллического вещества в природе и технике. Основные свойства кристаллов: анизотропность, изотропность, способность к самоограничению. Кристаллизация, рост кристаллов.	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, оформление отчетов к лабораторным работам, выполнение письменных домашних заданий
2	2	4	Геометрическая кристаллография - её задачи	Подготовка к

			исследования. Открытие закона постоянства углов (закон Стено – Ломоносова - Роме Делиля). Взгляды М.В.Ломоносова в вопросе строения кристаллов. Общие понятия о строении кристаллов.	практическим занятиям, лабораторным работам, оформление отчетов к лабораторным работам, выполнение письменных домашних заданий
3	3	4	Механические свойства кристаллов: твердость, спайность, упругость. Электрические свойства кристаллов. Тепловые свойства кристаллов.	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, оформление отчетов к лабораторным работам, выполнение письменных домашних заданий
4	4	4	Типы химической связи. Гетерополярные кристаллы. Гомеополярные кристаллы. Структуры металлов и интерметаллических соединений. Кристаллические структуры простых веществ. Гомодесмические и гетеродесмические структуры. Зависимость физических и химических свойств твердых тел от кристаллической структуры и природы химической связи.	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам, оформление отчетов к лабораторным работам, выполнение письменных домашних заданий
5	5	4	Понятие о минерале, минеральном виде и минеральном индивиде. Место минералогии среди других геологических наук. Развитие минералогии в России. Роль воды в минералах. Понятие об истинных и коллоидных системах. Виды и типы изоморфизма. Твердые растворы и смешанные кристаллы. Распад твердых растворов. Полиморфизм. Метамиктное состояние минералов.	Реферат №1
6	6	4	Иммерсионный, термический, рентгеноструктурный, электронный, химический, термобарогеохимический методы минералогических исследований.	Реферат №2
7	7	6	Псевдоморфозы, типы и их значение для познания генетических процессов минералообразования. Понятие о парагенезисе, генерациях и типоморфизме минералов. Развитие учения о парагенезисе в работах Ломоносова, Севергина, Брейтгаупта, Вернадского и др. Дифференциация магмы. Общие схемы отделения летучих соединений от магматического расплава. Ликвация, кристаллизационная дифференциация. Общая характеристика пегматитового процесса. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах А.Е.Ферсмана, А.Н. Заварицкого и др. Значение и роль летучих при образовании пегматитов. Общая характеристика контактово-метасоматического процесса минералообразования (скарны и грейзены). Гидротермальное образование минералов.	Реферат №3
8	8	5	Современные представления о структуре силикатов и алюмосиликатов. Их систематика по внутреннему строению. Состав анионных радикалов. Добавочные анионы. Состав катионов. Главнейшие схемы изоморфных замещений.	Реферат №4, Реферат №5

Зачет	5		Подготовка к зачету
Итого	40		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- компьютерное тестирование (для проведения промежуточного контроля усвоения знаний);
- демонстрация мультимедийных материалов (для иллюстрации и закрепления нового материала);
- объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемный, исследовательский методы (для объяснения нового материала).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№	Виды контрольных мероприятий текущего контроля	Баллы
1	Защита лабораторной работы (отчет)	10
2	Письменный опрос, коллоквиум по лекционному материалу	15
3	Написание реферата № 1	5
<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию:</b>		<b>30</b>
5	Защита лабораторной работы (отчет)	10
6	Письменный опрос, коллоквиум по лекционному материалу	15
7	Написание реферата № 2	5
<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию:</b>		<b>30</b>
9	Защита лабораторной работы (отчет)	10
10	Письменный опрос, коллоквиум по лекционному материалу	15
11	Написание реферата № 3	5
12	Написание реферата № 4	5
13	Написание реферата № 5	5
<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию:</b>		<b>40</b>
<b>ВСЕГО:</b>		<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/ Электронная библиотека ТИУ; ТИУ, БИК; <http://webirbis.tsogu.ru/>
- ЭБС издательства «Лань»; ООО «Издательство ЛАНЬ»; <http://e.lanbook.com>
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU; ООО «ПУНЭБ»; <http://www.elibrary.ru>
- ЭБС «IPRbooks»; ООО Компания «Ай Пи Эр Медиа»; [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
- ЭБС «Консультант студента»; ООО «Политехресурс»; [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
- ЭБС «Юрайт»; ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»; [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
- ЭБС «Book.ru»; ООО «КноРус медиа»; <https://www.book.ru/>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства(перечислить):

- *Microsoft Office Professional Plus;*
- *Windows 8*

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

### Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Кристаллография и минералогия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Оснащение: компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт.	625039, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, ауд. 401.
		Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Оснащение: компьютеры в комплекте - 5 шт., оборудование для приготовления металлографических шлифов - 1 шт., твердомеры - 1 шт., световые микроскопы - 1 шт., телевизионная панель - 1 шт.	625027, Тюменская область, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38 ауд. 102.

## 11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными

знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами профессионального образования по материаловедению.
- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.
- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу студентов являются:

- тексты лекций;
- учебные и методические пособия;
- методические указания к лабораторным работам.

## 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа осуществляется студентами во внеаудиторное время по заданиям преподавателя. Она представляет собой самостоятельное изучение теоретических разделов курса и оформляется в виде реферата (доклада, презентации) на выбранные темы и заключается в сдаче индивидуального домашнего задания с соответствующим опросом по теории.

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Учебная дисциплина Кристаллография и минералогия  
 Код, направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы  
 Направленность (профиль): Наноматериалы

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-1.	УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а также поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи.	Знать: 3.1 пути поиска информационных источников	Не знает навыки работы с базами данных.	Слабо знает навыки работы с базами данных.	Знает не в полном объеме знает навыки работы с базами данных.	Знает в полном объеме пути поиска информационных источников
		Уметь: У. 1 работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород;	Не умеет работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород.	Умеет работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород, но делает ряд ошибок	Хорошо умеет работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород;	Умеет работать с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород
		Владеть: В. 1 основными принципами и способами определения внутреннего строения	Не владеет основными принципами и способами определения внутреннего строения	Слабо владеет основными принципами и способами определения внутреннего строения	Владеет не в полном объеме основными принципами и способами определения внутреннего строения	Владеет в полном объеме основными принципами и способами определения внутреннего строения кристаллических материалов, минералов и горных пород
	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать: 3. 2 каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников	Не знает каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников	Знает не в полном объеме каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников	Знает каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников, но делает незначительные ошибки	Знает в полном объеме каким образом систематизировать информацию, полученную из разных источников

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Уметь: У. 2 формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных	Не умеет формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных	Умеет формулировать только некоторые научные гипотезы, систематизировать информацию, полученную из разных источников	Хорошо умеет формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных,	Умеет формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных
		Владеть: В. 2 методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии	Не владеет методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии	Слабо владеет методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии	Хорошо владеет методиками системного подхода к решению задач по кристаллохимии	Владеет методиками системного подхода к решению задач по кристаллографии и минералогии
	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач.	Знать: З. 3 как строить кристаллографическую проекцию, описывать кристаллические структуры с точки зрения теоретической кристаллохимии	Не знает методики выполнения стандартных действий, методики определения связи строения с физическими свойствами веществ	Знает только некоторые методики определения элементов симметрии молекул, многогранников и кристаллических структур	Хорошо знает, как строить кристаллографическую проекцию, описывать кристаллические структуры с точки зрения теоретической кристаллохимии	Знает, как строить кристаллографическую проекцию, как описывать кристаллические структуры с точки зрения теоретической кристаллохимии
		Уметь: У. 3 выполнять стандартные действия (определять элементы симметрии молекул, многогранников и кристаллических структур	Не умеет определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.	Умеет не в полном объеме определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.	Хорошо умеет определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.	Умеет в полном объеме определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: В. 3 методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках дисциплины, кристаллография.	Не владеет определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения.	Владеет не в полном объеме методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.	Владеет методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, но допускает незначительные ошибки.	Владеет в полном объеме методиками определения связи строения с физическими свойствами веществ и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках дисциплины, кристаллография.
ПКС-1.	ПКС-1.1. Прогнозирует вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знать: З. 4 влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Не знает влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знает влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов, допуская ряд ошибок	Знает влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве знает влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов
		Уметь: У. 4 прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Не умеет прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на свойства наноматериалов	Умеет прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на свойства наноматериалов, допуская ряд ошибок	Умеет прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на свойства наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве умеет прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на свойства наноматериалов

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: В. 4 навыками прогнозирования вклада микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов.	Не владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов	Владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов, допуская ряд ошибок	Владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов
ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах		Знать: З.5 структуру и свойства наноматериалов	Не знает структуру и свойства наноматериалов	Знает структуру и свойства наноматериалов, допуская ряд ошибок	Знает структуру и свойства наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве знает структуру и свойства наноматериалов
		Уметь: У. 5 прогнозировать структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах	Не умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов	Умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов, допуская ряд ошибок	Умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов
		Владеть: В. 5 навыками прогнозирования структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах.	Не владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов	Владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов, допуская ряд ошибок	Владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-2.	ПКС-2.1. Управлять структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальной условий	Знать: З. 6 структуру и свойства металлических и неметаллических материалов	Не знает закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов.	Знает только некоторые закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов.	Хорошо знает закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов.	Знает в полном объеме закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов.
		Уметь: У.6 управлять структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов	Не умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки	Умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки, но допускает ряд ошибок	Умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки, допуская незначительные ошибки	В совершенстве умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки
		Владеть: В. 6 навыками выбора оптимальных условий эксплуатации	Не владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов	Владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов, но допускает ряд ошибок	Владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов
	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности,	Знать: З. 7 основные типы наноматериалов и наносистем	Не знает основные типы наноматериалов и наносистем	Знает основные типы наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	Знает основные типы наноматериалов и наносистем, допуская незначительные ошибки	В совершенстве основные типы наноматериалов и наносистем

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю) надежности и долговечности	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Уметь: У. 7 выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Не умеет определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и изделий.	Умеет не в полном объеме определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и изделий.	Хорошо умеет определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и изделий.	Умеет в полном объеме определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и изделий.
		Владеть: В. 7 навыками выбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности.	Не владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем	Владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	Владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	В совершенстве владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина – Кристаллография и минералогия

Код, направление подготовки – 28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль): Наноматериалы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Егоров-Тисменко, Юрий.Клавдиевич. Кристаллография и кристаллохимия [Текст]: учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности «Геология» / Ю.К. Егоров-Тисменко ; ред. В.С. Урсов. – 2-е изд. – М. : КДУ, 2010, - 587 с.	10	30	100	–
2	Матухин, Вадим Леонидович. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 224 с. : ил. ; 21 см. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/210305">https://e.lanbook.com/book/210305</a> .	ЭР	30	100	+
3	Методы исследования материалов и процессов. Основы теории строения материалов. Кристаллография. Структурные методы исследования материалов : [ : Текст : Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям для студентов направлений подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технология материалов", 28.03.03 "Наноматериалы" очной и заочной форм обучения / ТИУ ; сост.: Е. В. Корешкова, А. А. Кулемина. - Тюмень : ТИУ, 2018.	ЭР	15	100	+
4	Установление вещества по данным о межплоскостных расстояниях методом рентгеноструктурного анализа : методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплинам "Материаловедение", "Материаловедение и технология конструкционных материалов", "Электротехническое и конструкционное материаловедение", "Основы строения материалов", "Основы теории строения материалов", "Кристаллография", "Методы исследования материалов и процессов" для обучающихся всех специальностей и направлений подготовки очной и заочной форм обучения / ТИУ ; сост.: И. М. Ковенский, А. И. Моргун. - Тюмень : ТИУ, 2017	ЭР	15	100	+

5	Сергеева, Валентина Валерьевна. Кристаллография и минералогия : учебно-методическое пособие / В. В. Сергеева ; под редакцией Ф. Л. Капустина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. - 152 с. - URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/107047.html">http://www.iprbookshop.ru/107047.html</a>	ЭР	15	100	+
---	---	----	----	-----	---

ЭР\* – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>