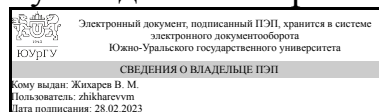


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



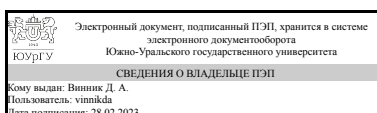
В. М. Жихарев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.13 Кристаллография и минералогия  
для направления 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов**

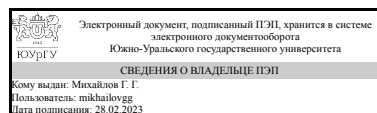
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 701

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.ХИМ.Н., доц.



Д. А. Винник

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



Г. Г. Михайлов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Курс "Кристаллография и минералогия" относится к общепрофессиональным дисциплинам, читаемым для подготовки бакалавров 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов". Целью дисциплины является - освоение студентами основных понятий о строении идеальных и реальных кристаллов - знание основных понятий, законов кристаллографии, моделей кристаллов - знакомство с экспериментальными методами (прежде всего дифракционными) изучения кристаллической структуры тел

## Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются основы кристаллографии: кристаллическая решетка, типы кристаллических решеток, элементы симметрии и анизотропия кристаллов, системы обозначения кристаллических структур. Рассмотрены методы идентификации кристаллических структур, дифракционные методы исследования кристаллов. Основы минералогии.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: основные понятия, законы и модели кристаллографии, основы дифракционной кристаллографии Умеет: применять основные законы кристаллохимии для анализа свойств минеральных объектов металлургического производства, обусловленных их кристаллической структурой, химическим и минеральным составом Имеет практический опыт: расчета параметров реальных кристаллических структур
ПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлении результатов исследований в области материаловедения и технологии материалов	Знает: основные законы кристаллографии, кристаллохимии и минералогии Умеет: проводить анализ результатов научно-исследовательских работ по определению свойств материалов с использованием знаний основных законов кристаллохимических фазовых превращений Имеет практический опыт: участия в проведении научно-исследовательских работ с анализом и оформлением результатов кристаллографических исследований в области материаловедения и технологии материалов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.08.01 Алгебра и геометрия, 1.О.17 Материаловедение,	1.Ф.03 Фазовые равновесия и структурообразование,

1.Ф.01 Введение в направление подготовки, 1.Ф.07 Физико-химия процессов и систем	1.Ф.04 Физика прочности и механические свойства материалов, 1.Ф.06 Практикум по виду профессиональной деятельности, 1.Ф.15 Функциональные стёкла: синтез, структура, свойства
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.17 Материаловедение	<p>Знает: физическую сущность явлений, происходящих в материалах; методы измерения и контроля свойств материалов и изделий из них; основы теории и практики термической и химико-термической обработки конструкционных и инструментальных материалов, принципы модификации металлических и неметаллических материалов и покрытий деталей и изделий,, материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий, их применение; цели и задачи проводимых исследований , структуры и свойств материалов и изделий из них; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации., :Основные группы и классы современных материалов, их свойств, области применения и принципы выбора эффективных и безопасных технологий их получения и обработки, металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, типовые способы объемного и поверхностного упрочнения ; основы теории и технологии термической и химико-термической обработки</p> <p>Умеет: использовать закономерности фазовых превращений в материалах в расчетах свойств конструкционных и инструментальных материалов,, выбирать методы проведения экспериментов по установлению зависимости между составом , строением и свойствами материалов, назначать способы обработки, обеспечивающие высокую надежность и долговечность изделий; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, по зависимости между составом , строением и свойствами материалов принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности по способам обработки материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, выбирать конструкционные и</p>

	<p>инструментальные материалы, в том числе с использованием информационных технологий для реализации типовых режимов термической и химико-термической обработки, Имеет практический опыт: использования в исследованиях и расчетах знания о технологических процессах термической и химико-термической обработки конструкционных и инструментальных материалов и принципов модификации металлических и неметаллических материалов и покрытий деталей и изделий; проведения экспериментов по установлению зависимости между составом, строением и свойствами материалов, реализовывать на практике способы обработки, обеспечивающие высокую надежность и долговечность изделий; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, выбора металлических и неметаллических материалов для деталей машин, приборов и инструмента, в том числе с использованием информационных технологий, - выбора способа и технологического оборудования термической или химико-термической обработки;</p>
<p>1.Ф.07 Физико-химия процессов и систем</p>	<p>Знает: понятия и законы физической химии для анализа физико-химических систем и процессов получения материалов, общие закономерности протекания химических реакций, природу химических реакций, используемых в производствах получения материалов; законы и понятия физической химии для анализа материаловедческих систем; природу фазовых равновесий в анализируемых системах; знать основы теории, технологии и технологические возможности массового производства черных, цветных и редких металлов,- основы теории термической и химико-термической обработки конструкционных и инструментальных материалов, -принципы модификации металлических и неметаллических материалов и покрытий деталей и изделий Умеет: осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений; прогнозировать и определять свойства соединений и направления химических реакций; выполнять термохимические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах; анализировать фазовые и химические равновесия в сложных системах; выполнять математическое описание кинетики процессов получения материалов; использовать справочную литературу для выполнения расчетов,</p>

	<p>осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений при получении металлов и их сплавов; прогнозировать и определять свойства соединений и направления химических реакций; выполнять термодинамические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах; анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния; использовать справочную литературу для выполнения расчетов. Имеет практический опыт: решения физико-химических задач материаловедческого профиля, физико-химических расчетов по теории технологических процессов производства, обработки и модификации металлических материалов и покрытий</p>
1.О.08.01 Алгебра и геометрия	<p>Знает: базовые понятия, необходимые для решения задач линейной алгебры и аналитической геометрии, освоения других дисциплин и самостоятельного приобретения знаний; источники самостоятельного получения новых знаний по математике; базовые понятия, необходимые для решения задач алгебры и геометрии, и самостоятельного приобретения знаний; источники самостоятельного получения новых знаний по математике Умеет: самостоятельно составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи; самостоятельно составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи Имеет практический опыт: планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний., планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний.</p>
1.Ф.01 Введение в направление подготовки	<p>Знает: содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда, цели и задачи проводимых исследований и разработок в области материаловедения и технологии материалов, назначение дисциплины и ее значимость в проблеме классификации исследований, получения и использовании материалов: металлов, неорганических материалов, микро- и наноматериалов, композитных органических композиционных органических и металлоорганических материалов; Умеет: формулировать цели</p>

	<p>личностного и профессионального о развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуальноличностных особенностей, оформлять результаты исследований в области материаловедения и технологии материалов, определять главные научные направления в материаловедении и формулировать личную программу изучения предстоящих фундаментальных и специальных курсов. Имеет практический опыт: выявления и оценки индивидуальноличностных, профессиональнозначимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития, навыки сбора, обработки, анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области материаловедения и технологии материалов, применения основных понятий в материаловедении и представлять себе основные задачи, стоящие перед современным материаловедением</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Написание реферата на заданную тему	20	20	
Домашние задания	49,5	49,5	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Классификация и описание кристаллических тел. Свойства кристаллов	8	4	4	0

2	Симметрия кристаллов	16	4	12	0
3	Геометрическая кристаллография	16	6	10	0
4	Описание основных кристаллографических структур	4	2	2	0
5	Межатомное взаимодействие и кристаллическая структура	4	4	0	0
6	Минералогия	16	12	4	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Описание и классификация кристаллических тел. Анизотропия и симметрия форм, физических свойств и структуры кристаллов. Понятие о пространственной и кристаллической решётках (континуум и дисконтинуум).	2
2	1	Структура кристаллов и пространственная решетка. Закон постоянства углов кристаллов. Формула Вульфа-Бреггов. Метод кристаллографического индцирования.	2
3	2	Кристаллографические проекции. Симметрия континуума. Элементы симметрии кристаллических многогранников. Теоремы о сочетании элементов симметрии. Кристаллографические категории, сингонии.	2
4	2	Классы симметрии. Определения и системы обозначений. Описание 32 классов симметрии. Индцирование кристаллов. Закон зон.	2
5	3	Решетки Бравэ. Элементы симметрии кристаллических структур. Теоремы о сочетании элементов симметрии структур.	2
6	3	Пространственные группы симметрии. Обратная решетка	2
7	3	Экспериментальное определение структуры кристаллов. Основные формулы структурной кристаллографии. Представление основных кристаллографических решёток в модели жёстких сфер. Плотнупакованные плоскости и направления в ОЦК, ГЦК и ГПУ решётках.	2
8	4	Компактность упаковки. Число атомов в ячейке. Атомные и ионные радиусы. Типы пор в плотнейших упаковках. Координационное число.	2
9	5	Типы межатомного взаимодействия в кристаллах. Пределы устойчивости структур. Плотнейшие упаковки частиц.	2
10	5	Описание основных типов структур. Политипия. Изоморфизм. Полиморфизм.	2
11	6	Понятие о минералах, их химических формулах, физических свойствах, распространении в природе и практическом применении. Методы изучения минералов.	2
12	6	Основные факторы минералообразования. Полигенность и парагенезисы минералов, псевдоморфозы и параморфозы. Главнейшие зоны минералообразования.	2
13	6	Распространенность элементов в природе. Основные геосферы Средний химический состав земной коры. Понятие о кларках. Состояние рассеяния и концентрации элементов. Геохимическая классификация элементов. Понятие о миграции и ассоциациях элементов.	2
14	6	Зависимость физических свойств от состава и структуры минералов. Анизотропия физических свойств кристаллов. Агрегатное состояние. Цвет. Блеск. Плотность. Твердость, шкала Мооса, склерометры. Спайность.	2
15	6	Радиоактивность. Теплопроводность. Электрические и магнитные свойства. Пьезоэлектричество. Пироэлектричество. Люминесценция. Диагностическое, генетическое и практическое значение физических свойств минералов.	2
16	6	Классы, подклассы и группы. Химическая формула, примеси, сингония и габитус кристаллов, агрегатное состояние, физические свойства, основные	2

		разновидности, генезис и распространенность в природе, практическое значение.	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------	--

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1, 2	1	Индексы плоскостей и направлений. Кристаллографические символы плоскостей и направлений для гексагональной сингонии.	4
3, 4	2	Кристаллографические проекции	4
5, 6	2	Графическое построение проекций кристаллов и расчет символов их граней с помощью сетки Вульфа.	4
7	2	Решение характерных задач с помощью сетки Вульфа.	2
8	2	Элементы симметрии кристаллических многогранников. Теоремы о сочетании элементов симметрии. Следствия.	2
9	3	Решётки Бравэ. Базис кристаллической решётки	2
10	3	Симметрия кристаллических структур. Теоремы о сочетании элементов симметрии структур.	2
11	3	Обратная решетка.	2
12	3	Уравнение Вульфа-Бреггов. Сфера Эвальда.	2
13	3	Формулы структурной кристаллографии	2
14	4	Компактность упаковки. Число атомов в ячейке. Атомные и ионные радиусы. Типы пор в плотнейших упаковках. Координационное число.	2
15	6	Кристаллические структуры металлов	2
16	6	Макроскопическое определение минералов	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Написание реферата на заданную тему	ПУМД, осн. лит. 1-2; ПУМД, доп. лит. 1-2; ЭУМД, метод. пособ. 1-2.; интернет	5	20
Домашние задания	конспект лекций, ПУМД, осн. лит. 1-2; ПУМД, доп. лит. 1-2; ЭУМД, метод. пособ. 1-2.	5	49,5

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)



№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	5	Текущий контроль	Домашнее задание №1	1	5	В течение семестра выполняется 7 домашних заданий (ДЗ). Студент для закрепления пройденного материала на лекции получает ДЗ. Каждое задание в зависимости от количества вопросов, оценивается своим баллом за каждый вопрос. Максимальный балл за задание № 1 – 5 баллов. Если задание не сдано или выполнено неверно – 0 баллов.	экзамен
2	5	Текущий контроль	Домашнее задание №2	1	7	В течение семестра выполняется 7 домашних заданий (ДЗ). Каждое задание в зависимости от количества вопросов, оценивается своим баллом за каждый вопрос. Максимальный балл за задание № 2 (2 вопроса) – 7 баллов. Верный ответ на первый вопрос - 4 балла, второй вопрос - 3 балла. Если задание не сдано или выполнено неверно – 0 баллов.	экзамен
3	5	Текущий контроль	Домашнее задание №3	1	14	Максимальный балл за задание № 3 (4 вопроса) – 14 баллов. Верный ответ на первый вопрос - 4 балла, второй вопрос - 4 балла, третий вопрос – 4 балла, четвертый вопрос – 2 балла, любой неверный ответ – 0 баллов. Если задание не сдано – 0 баллов.	экзамен
4	5	Текущий контроль	Домашнее задание №4	1	6	Максимальный балл за задание № 4 (3 вопроса) – 6 баллов. Верный ответ на каждый вопрос – по 2 балла. Если задание не сдано или ответ на вопрос неверен – 0 баллов.	экзамен
5	5	Текущий контроль	Домашнее задание №5	1	10	Максимальный балл за задание № 5 (3 вопроса) – 10 баллов. Верный ответ на первый вопрос - 3 балла, второй вопрос - 3 балла, третий вопрос – 4 балла. Если задание не сдано или ответ на вопрос неверен – 0 баллов.	экзамен
6	5	Текущий контроль	Домашнее задание №6	1	8	Максимальный балл за задание № 6 (2 вопроса) – 8 баллов. Верный ответ на каждый вопрос – по 4 балла. Если задание не сдано или ответ на вопрос неверен – 0 баллов.	экзамен
7	5	Текущий контроль	Домашнее задание №7	1	16	Максимальный балл за задание № 7 (4 вопроса) – 16 баллов. Верный ответ на первый вопрос - 6 баллов, второй вопрос - 3 балла, третий вопрос – 4 балла, четвертый вопрос – 3 балла, любой неверный ответ – 0 баллов. Если задание не сдано – 0 баллов.	экзамен
8	5	Проме-жуточная	Экзамен	-	5	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по	экзамен



	кристаллических структур																			
ПК-1	Знает: основные законы кристаллографии, кристаллохимии и минералогии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: проводить анализ результатов научно-исследовательских работ по определению свойств материалов с использованием знаний основных законов кристаллохимических фазовых превращений																			+
ПК-1	Имеет практический опыт: участия в проведении научно-исследовательских работ с анализом и оформлением результатов кристаллографических исследований в области материаловедения и технологии материалов																			+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Шаскольская, М. П. Кристаллография Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984. - 375 с. ил.
2. Гойхенберг, Ю. Н. Кристаллография и кристаллохимия Конспект лекций Ю. Н. Гойхенберг, С. В. Рущиц; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 48,[1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Гойхенберг, Ю. Н. Кристаллография и кристаллохимия Конспект лекций Ю. Н. Гойхенберг, С. В. Рущиц; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 48,[1] с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Кристаллография

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Окишев, К.Ю. Задачи по кристаллохимии и дефектам кристаллического строения: учебное пособие / К.Ю. Окишев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 32 с.
2. 1. Толканов, О.А. Лабораторный практикум по кристаллографии и минералогии: учеб. пособие / О.А. Толканов, Л.С. Подкорытова. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. - 120 с.

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Окишев, К.Ю. Задачи по кристаллохимии и дефектам кристаллического строения: учебное пособие / К.Ю. Окишев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 32 с.

2. 1. Толканов, О.А. Лабораторный практикум по кристаллографии и минералогии: учеб. пособие / О.А. Толканов, Л.С. Подкорытова. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. - 120 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Новоселов, К. Л. Основы геометрической кристаллографии : учебное пособие / К. Л. Новоселов. — Томск : ТПУ, 2015. — 73 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/82844">https://e.lanbook.com/book/82844</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Розин, К. М. Кристаллография и кристаллохимия : учебное пособие / К. М. Розин. — Москва : МИСИС, 2001. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117242">https://e.lanbook.com/book/117242</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	227 (1)	модели кристаллических решеток, модели плотнейших шаровых упаковок в кристаллических структурах, модели октаэдрических и тетраэдрических пор