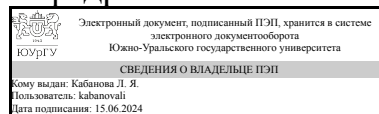


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



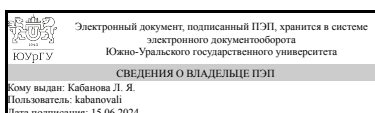
Л. Я. Кабанова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.14 Кристаллохимия  
для специальности 21.05.02 Прикладная геология  
уровень Специалитет  
специализация Прикладная геохимия, минералогия и геммология  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Минералогия и геохимия

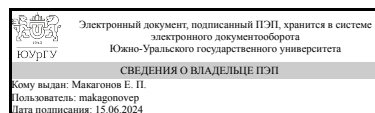
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 21.05.02 Прикладная геология, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 953

Зав.кафедрой разработчика,  
к.геол.-минерал.н., доц.



Л. Я. Кабанова

Разработчик программы,  
к.геол.-минерал.н., снс, доцент



Е. П. Макагонов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Кристаллохимия» является изучение фундаментальных понятий и представлений о принципах построения кристаллов, о взаимосвязи внутреннего строения кристаллических тел с химическим составом, физическими свойствами и условиями формирования для познания процессов минералообразования и оценки минералов в качестве полезного ископаемого. В задачи дисциплины входит: - получение современных представлений об основных факторах, определяющих структуру кристалла; - получение знаний о структурах важнейших минеральных видов; о связи структуры с физико-химическими свойствами; об основных методах их описания и исследования; - изучение важнейших кристаллохимических явлений (морфотропии, полиморфизма и изоморфизма). - обучение приемам кристаллохимической интерпретации минералообразующих и геохимических процессов.

## Краткое содержание дисциплины

1. История развития представлений о химической кристаллографии 2. Геометрические закономерности строения кристаллических структур 3. Кристаллохимия отдельных групп минералов 4. Строение и свойства атомов 5. Типы кристаллохимических связей 6. Химические вопросы строения кристаллов 7. Кристаллогенезис 8. Физические свойства кристаллов

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способностью устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению	Знает: законы и принципы, лежащие в основе теоретической и практической кристаллохимии, методы расшифровки структур минералов, выявления дефектов; кристаллические структуры важнейших минеральных видов, основные закономерности роста кристаллов и их морфологии. Умеет: определять элементы кристаллической структуры: тип элементарной ячейки, координационные числа и полиэдры атомов, элементы симметрии, тип структуры. Имеет практический опыт: применения знаний в области кристаллохимии минералов для решения научно-исследовательских задач

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Методика минералого-геохимических исследований, Термобарогеохимия, Литология, Микропалеонтология,	Не предусмотрены

<p>Историческая геология с основами палеонтологии,          Петрография осадочных пород,          Региональная тектоника и геотектоника,          Геология полезных ископаемых,          Петрография магматических пород,          Структурная геология и геокартирование,          Геофизика,          Геоархеология,          Термодинамика минералов,          Историческая геология,          Петрография,          Методика поисков и разведки месторождений полезных ископаемых</p>	
---	--

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

Дисциплина	Требования
Структурная геология и геокартирование	<p>Знает: основные структурные элементы земной коры, их свойства и строение., морфологические особенности геологических тел различного генезиса; параметры пространственного положения пластов; классификации: несогласий, складок, складчатых комплексов, разрывов, тектонитов; особенности структуры вулканических, плутонических и метаморфических комплексов; основные структурные парагенезы и механизмы их формирования; основные модели формирования разрывных нарушений. Умеет: анализировать геологические карты с целью выделения структурно-вещественных элементов и прогноза полезных ископаемых., анализировать геологические карты с целью определения морфологии и генезиса геологических тел, параметров их пространственного положения. Имеет практический опыт: Навыков методики картирования различных по происхождению геологических комплексов, организации и проведения геолого-съёмочных работ., владения методами диагностики и документации геологических тел разного масштаба, их происхождения с целью использования результатов геолого-съёмочных работ для прогноза и поиска полезных ископаемых.</p>
Петрография	<p>Знает: область применения петрографических методов исследования в геологии; Умеет: определять минералы и минеральные агрегаты, а также особенности их строения, по этим признакам диагностировать горные породы; Имеет практический опыт: макро- и микро-диагностики горных пород.</p>
Термодинамика минералов	Знает: теоретические основы термодинамики;

	<p>приемы моделирования природных процессов  Умеет: применять различные методы физико-химического анализа для интерпретации минеральных парагенезисов в реальных природных в многокомпонентных системах  Имеет практический опыт: построения диаграмм в координатах заданных параметров, отвечающих основным природным системам; работы с базами термодинамических данных</p>
<p>Методика поисков и разведки месторождений полезных ископаемых</p>	<p>Знает: промышленные типы месторождений минерального сырья; геологические обстановки и предпосылки находений промышленных типов месторождений; основные виды, способы опробования; основные геолого-экономические факторы эффективности освоения месторождений и уметь их выделить и охарактеризовать применительно к тому или иному месторождению; параметры и основные способы подсчета запасов месторождений;  Умеет: анализировать геологические материалы по изучаемой площади и распознавать геолого-промышленные типы ожидаемого оруденения по комплексу прогнозно-поисковых предпосылок и признаков; комплексно изучать рудоперспективные площади и структуры, составлять геолого-структурные, шлиховые, геохимические и прогнозно-металлогенические карты; прослеживать, оконтуривать залежи полезных ископаемых, оценивать их прогнозные ресурсы и запасы; Имеет практический опыт: составления разведочных разрезов, планов, проекций рудных тел; методиками составления схемы обработки проб; схемами подсчета запасов полезных ископаемых; методами расчета параметров геолого-экономической оценки для определения эффективности освоения месторождения.</p>
<p>Региональная тектоника и геотектоника</p>	<p>Знает: строение земной коры, литосферы и более глубоких оболочек Земли; основные черты геологического строения территории России, в том числе иметь ясное представление о структуре, вещественном составе, последовательности формирования, геодинамических условиях и других аспектах региональной геологии крупных тектонических элементов, расположенных на территории России; Умеет: читать и анализировать региональные тектонические и геологические карты разного масштаба, составлять описание геологического строения региона и историю его формирования; Имеет практический опыт: сбора, обобщения и критического анализа разноплановой геолого-геофизической информации для описания геологического строения и реконструкции тектонической истории региона.</p>

Петрография осадочных пород	<p>Знает: Классификацию осадочных горных пород, определять породы разного состава и фациального класса; Металлогеническую специализацию и формационную принадлежность типов осадочных горных пород, Теоретические основы осадочной петрографии;Классификационные схемы осадочных пород;Основные сведения о породообразующих минералах и парагенезисах характерных для различных семейств горных пород, физические и оптические свойства главных породообразующих минералов. Умеет: Выполнять микроскопическое изучение горных пород, применяя в случае необходимости специальные методы лабораторных исследований. На основе собранных фактов делать выводы о происхождении и условиях формирования осадочных горных пород, Определять важнейшие оптические константы минералов в шлифах под микроскопом в проходящем свете;Пользуясь справочной литературой диагностировать минералы горных пород по их оптическим свойствам. Имеет практический опыт: Обобщения и интерпретации результатов петрографических исследований. Формулировки выводов об условиях формирования изученных пород, исследования минерального состава и структурно-текстурных особенностей горных пород в шлифах.</p>
Термобарогеохимия	<p>Знает: типы и разновидности флюидных включений; основные приемы и методы их изучения; Умеет: диагностировать первичные и вторичные включения, определить температуру их гомогенизации, а также оценить состав, концентрацию и плотность включений водно-солевых растворов и включений сжиженных газов нагреванием и охлаждением с использованием экспериментально изученных фазовых диаграмм. Имеет практический опыт: изучения флюидных включений и приемами работы на современном оборудовании; основами интерпретации микротермометрических данных.</p>
Методика минералого-геохимических исследований	<p>Знает: требования к материалу исследований различными методиками, чувствительность методов, подходы и приемы обработки и интерпретации данных исследования; Умеет: пользоваться аналитическими данными, полученными с применением современных методик исследования; Имеет практический опыт: Владения знаниями об основных методах и их физических принципах.Анализа, обработки и интерпретации полученных аналитических данных для решения профессиональных задач.</p>
Литология	<p>Знает: основные типы осадочных толщ, обстановки их формирования и типичные для</p>

	<p>них полезные ископаемые; , важнейшие типы горных пород, осадочного генезиса, их систематики, условия формирования, методы диагностики. Умеет: составлять литологические колонки, литолого-фациальные карты и профили. , определять состав, структуры и текстуры осадочных пород; выделять ассоциации минералов и восстанавливать по их парагенезисам палеогеографические и физико-химические условия формирования и преобразования осадочных пород. Имеет практический опыт: составления литологических разрезов и фациальных карт, литолого-фациального анализа, позволяющего с помощью методов палеогеографических реконструкций восстанавливать обстановку осадконакопления. , применения стадийного анализа осадочных пород;</p>
Геология полезных ископаемых	<p>Знает: генетическую классификацию МПИ, условия их образования, характерные черты геологического строения и полезные ископаемые с примерами типичных месторождений различных генетических классов и групп; Умеет: определять геологическую обстановку формирования и локализацию месторождений полезных ископаемых; охарактеризовать состав и строение типовых месторождений полезных ископаемых. Имеет практический опыт: навыками интерпретации текстурных и минералогических типов руд как индикаторов генезиса месторождений полезных ископаемых; расшифровки основных геологических процессов формирования основных генетических типов МПИ.</p>
Геофизика	<p>Знает: внутреннее строение Земли; физику процессов, протекающих в геосферах; природу физических полей в геосферах; геофизические методы изучения строения Земли; физические свойства горных пород; основные принципы работы аппаратуры при измерении физических полей; Умеет: оценивать возможности геофизических методов при решении конкретной геологической задачи; эксплуатировать современное геофизическое оборудование и аппаратуру; читать и интерпретировать геофизические данные. Имеет практический опыт: анализа и интерпретации геофизических данных</p>
Петрография магматических пород	<p>Знает: Классификацию магматических горных пород, определять породы разного состава и фациального класса; Металлогеническую специализацию и формационную принадлежность типов магматических горных пород., Теоретические основы петрографии магматических пород; Классификационные схемы магматических пород; Основные сведения</p>

	<p>о породообразующих минералах и парагенезисах характерных для различных семейств горных пород, физические и оптические свойства главных породообразующих минералов. Умеет: Выполнять микроскопическое изучение горных пород, применяя в случае необходимости специальные методы лабораторных исследований. На основе собранных фактов делать выводы о происхождении и условиях формирования горных пород., Определять важнейшие оптические константы минералов в шлифах под микроскопом в проходящем свете; Пользуясь справочной литературой диагностировать минералы горных пород по их оптическим свойствам. Имеет практический опыт: Интерпретации результатов петрографических исследований магматических пород и условий их формирования., определения магматических (вулканических и плутонических) горных пород в шлифах.</p>
<p>Микропалеонтология</p>	<p>Знает: задачи микропалеонтологии - морфология, систематика, прикладное значение основных групп микрофоссилий - методики выделения микрофоссилий из пород - методы обработки данных микропалеонтологического анализа для реализации поставленных практических задач. Умеет: идентифицировать различные группы микрофоссилий, интерпретировать полученные данные. Имеет практический опыт: Методами идентификации и интерпретации данных микропалеонтологического анализа.</p>
<p>Историческая геология с основами палеонтологии</p>	<p>Знает: основные группы руководящих ископаемых; - общие, региональные и местные стратиграфические подразделения; - принципы и методы основных стратиграфических исследований; - основные этапы развития земной коры; Умеет: - проводить описание ископаемых остатков основных руководящих групп фауны; - проводить геологические наблюдения на объекте изучения; - интерпретировать признаки горных пород с целью реконструкции обстановок осадконакопления; Имеет практический опыт: построения стратиграфических колонок и геологических разрезов.</p>
<p>Историческая геология</p>	<p>Знает: - основные группы руководящих ископаемых; - общие, региональные и местные стратиграфические подразделения; - принципы и методы основных стратиграфических исследований; - основные этапы развития земной коры; Умеет: - проводить описание ископаемых остатков основных руководящих групп фауны; - проводить геологические наблюдения на объекте изучения; - интерпретировать признаки горных пород с целью реконструкции обстановок осадконакопления; Имеет практический опыт: построения стратиграфических колонок и</p>

	геологических разрезов; - определения относительного геологического возраста горных пород при помощи палеонтологического метода стратиграфических исследований.
Геоархеология	Знает: археологическую периодизацию четвертичного периода и ее соотношение с международной стратиграфической шкалой; методы, применяемые при археологических исследованиях; Умеет: объяснить наблюдаемые явления и полученные данные; составлять карты древних каменных сооружений, определять места добычи горных пород; проводить исследования руд, металлургических шлаков и древних металлических изделий с целью определения источников сырья и реконструкции металлургических технологий; Имеет практический опыт: поиска и изучения древних рудников.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
подготовка к зачету	21	21	
защита практических работ	12,75	12,75	
подготовка конспектов	20	20	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Предмет и задачи кристаллохимии. Основы структурной кристаллохимии.	6	6	0	0
2	Кристаллохимия оксидов, сульфидов и галоидов	14	6	8	0
3	Кристаллохимия силикатов и солей кислородных кислот	14	6	8	0
4	Типы кристаллохимических связей	14	6	8	0



## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	История развития представлений о химической кристаллографии и кристаллохимии. Элементарная ячейка кристаллической структуры, координационные числа и координационные многогранники. Теория плотнейших упаковок в кристаллических структурах.	6
2	2	Основные типы структур кристаллов.	6
3	3	Структура силикатов.	6
4	4	Изоморфизм и полиморфизм - критерии структурного типоморфизма кристаллов	6

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Определение в структурах КЧ, КМ, Z, координат атомов. Изучение и описание плотнейших упаковок.	4
2	2	Изучение и описание простейших структур кристаллов и их гомологов.	4
3	3	Изучение и описание структур силикатов.	4
4	3	Изучение и описание структур силикатов.	4
5	4	Изучение типов изоморфизма и систематики полиморфных переходов	4
6	4	Изучение типов изоморфизма и систематики полиморфных переходов	4

## 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
подготовка к зачету	ПУМД, осн. лит., доп. лит. №1; метод. пособие; ЭУМД, осн. и доп. лит.	9	21
защита практических работ	ПУМД, доп. лит. №1-2.	9	12,75
подготовка конспектов	ПУМД, осн. лит., доп. лит. №1; метод. пособие; ЭУМД, осн. и доп. лит.	9	20

## 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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	9	Текущий контроль	проверка практической работы "Изучение и описание простейших структур кристаллов и их гомологов"	1	5	Со студентом проводится собеседование по заранее выполненной практической работе. Студент должен письменно ответить на 5 вопросов по модели структуры кристалла. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия – 1	зачет
2	9	Текущий контроль	проверка практической работы "Изучение и описание структур силикатов"	1	5	Со студентом проводится собеседование по заранее выполненной практической работе. Студент должен ответить на 5 вопросов по модели структуры кристалла. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия – 1	зачет
3	9	Текущий контроль	Проверка конспектов по кристаллохимии минералов	1	5	Студенту дается задание составить конспекты по заданным темам дисциплины. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов - 5. Оценка складывается из следующих показателей: 1) конспект соответствует названию раздела - 2 балла, частично соответствует - 1 балл; 2) целостность и логика содержания конспекта - 2 балла; нарушение целостности и логики -1 балл; 3) эстетичность и грамотность составления конспекта - 1 балл. Отсутствие конспекта или нарушение	зачет

						перечисленных критериев - 0 баллов.	
4	9	Текущий контроль	Проверка конспектов по кристаллохимии силикатов и солей кислородных кислот	1	5	Студенту дается задание составить конспекты по заданным темам дисциплины. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов - 5. Оценка складывается из следующих показателей: 1) конспект соответствует названию раздела - 2 балла, частично соответствует - 1 балл; 2) целостность и логика содержания конспекта - 2 балла; нарушение целостности и логики -1 балл; 3) эстетичность и грамотность составления конспекта - 1 балл. Отсутствие конспекта или нарушение перечисленных критериев - 0 баллов.	зачет
5	9	Промежуточная аттестация	зачет	-	10	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего рейтинга. Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего рейтинга. Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	
ПК-3	Знает: законы и принципы, лежащие в основе теоретической и практической кристаллохимии, методы расшифровки структур минералов, выявления дефектов; кристаллические структуры важнейших минеральных видов, основные закономерности роста кристаллов и их морфологии.				+	+	+
ПК-3	Умеет: определять элементы кристаллической структуры: тип элементарной ячейки, координационные числа и полиэдры атомов, элементы симметрии, тип структуры.	+	+			+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: применения знаний в области кристаллохимии минералов для решения научно-исследовательских задач	+	+			+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

##### а) основная литература:

1. Егоров-Тисменко, Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник /Ю.К. Егоров-Тисменко.- М.:КДУ,2005. -592 с.

##### б) дополнительная литература:

1. Макагонов, Е.П. Кристаллография: метод. указания по выполнению лабораторных работ/ Е.П. Макагонов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2014.- 54 с.

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

1. Вестник МГУ. Серия 4. Геология
2. Известия вузов. Геология и разведка
3. Металлогения древних и современных океанов
4. Минералогия
5. Минералы: строение, свойства, методы исследования
6. Руды и металлы

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

1. Бокий, Г.Б. Кристаллохимия: учебное пособие для вузов /Г.Б. Бокий.- 2-е изд.- М.: МГУ, 1960.- 357 с.

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

1. Бокий, Г.Б. Кристаллохимия: учебное пособие для вузов /Г.Б. Бокий.- 2-е изд.- М.: МГУ, 1960.- 357 с.

#### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------	----------------------------

		электронной форме	
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Филатов, С. К. Общая кристаллохимия / С. К. Филатов, С. В. Кривовичев, Р. С. Бубнова. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2018. — 276 с. — ISBN 978-5-288-05812-7. <a href="https://e.lanbook.com/book/109482">https://e.lanbook.com/book/109482</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Косенко, Н. Ф. Кристаллография и кристаллохимия : учебное пособие / Н. Ф. Косенко. — Иваново : ИГХТУ, 2017. — 240 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/107401">https://e.lanbook.com/book/107401</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пугачев, В.М. Кристаллохимия : учебное пособие / В.М. Пугачев. — Кемерово : КемГУ, 2013. — 104 с. — ISBN 978-5-8353-1322-8. <a href="https://e.lanbook.com/book/44382">https://e.lanbook.com/book/44382</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(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
Зачет	308 (1)	Учебная коллекция «Природные кристаллы» – 30 образцов Учебная коллекция простых форм кристаллов – 30 образцов Модели кристаллических решеток минералов – 12 штук
Самостоятельная работа студента	308 (1)	Учебная коллекция «Природные кристаллы» – 30 образцов Учебная коллекция простых форм кристаллов – 30 образцов Модели кристаллических решеток минералов – 12 штук
Лекции	308 (1)	Учебная коллекция «Природные кристаллы» – 30 образцов Учебная коллекция простых форм кристаллов – 30 образцов Модели кристаллических решеток минералов – 12 штук
Практические занятия и семинары	308 (1)	Учебная коллекция «Природные кристаллы» – 30 образцов Учебная коллекция простых форм кристаллов – 30 образцов Модели кристаллических решеток минералов – 12 штук