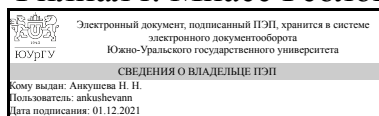


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс Геологический



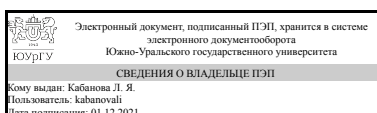
Н. Н. Анкушева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С1.14 Кристаллохимия  
для специальности 21.05.02 Прикладная геология  
уровень Специалитет  
специализация Прикладная геохимия, минералогия и геммология  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Минералогия и геохимия

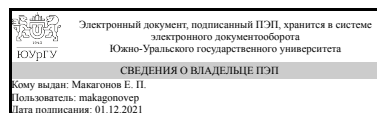
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 21.05.02 Прикладная геология, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 953

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



Л. Я. Кабанова

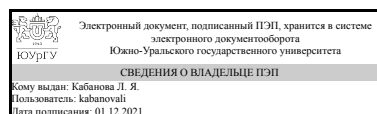
Разработчик программы,  
к.геол.-минерал.н., снс, доцент  
(кн)



Е. П. Макагонов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.геол.-минерал.н., доц.



Л. Я. Кабанова

## 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: 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
Геофизика, Петрография, Историческая геология, Литология, Историческая геология с основами	Не предусмотрены

<p>палеонтологии,          Геоархеология,          Структурная геология и геокартирование,          Термобарогеохимия,          Термодинамика минералов,          Методика минералого-геохимических исследований,          Региональная тектоника и геотектоника,          Петрография осадочных пород,          Петрография метаморфических пород,          Геология полезных ископаемых,          Петрография магматических пород,          Методика поисков и разведки месторождений полезных ископаемых,          Микропалеонтология</p>	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Микропалеонтология	<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>
Историческая геология с основами палеонтологии	<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: документации геологических объектов; построения стратиграфических колонок и геологических разрезов.</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</p>

	<p>фазовых диаграмм. Имеет практический опыт: изучения флюидных включений и приемами работы на современном оборудовании; основами интерпретации микротермометрических данных.</p>
<p>Петрография магматических пород</p>	<p>Знает: Теоретические основы петрографии магматических пород;Классификационные схемы магматических пород;Основные сведения о породообразующих минералах и парагенезисах характерных для различных семейств горных пород, физические и оптические свойства главных породообразующих минералов., Классификацию магматических горных пород, определять породы разного состава и фациального класса;Металлогеническую специализацию и формационную принадлежность типов магматических горных пород. Умеет: Определять важнейшие оптические константы минералов в шлифах под микроскопом в проходящем свете;Пользуясь справочной литературой диагностировать минералы горных пород по их оптическим свойствам., 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. Имеет практический опыт: определения магматических (вулканических и плутонических) горных пород в шлифах., интерпретации результатов петрографических исследований.</p>
<p>Геология полезных ископаемых</p>	<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>
<p>Геофизика</p>	<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</p>

	геологической задачи; эксплуатировать современное геофизическое оборудование и аппаратуру; читать и интерпретировать геофизические данные. Имеет практический опыт:
Историческая геология	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: документации геологических объектов; построения стратиграфических колонок и геологических разрезов; - определения относительного геологического возраста горных пород при помощи палеонтологического метода стратиграфических исследований.
Петрография	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.
Петрография метаморфических пород	Знает: Классификацию метаморфических горных пород, определять породы разного состава и фациального класса; Металлогеническую специализацию и формационную принадлежность типов метаморфических горных пород.; Теоретические основы петрографии метаморфических пород; Классификационные схемы метаморфических 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 метаморфических горных пород; 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: навыками интерпретации результатов петрографических исследований.; исследования минерального состава и структурно-текстурных особенностей горных пород в шлифах.

Термодинамика минералов	<p>Знает: основные понятия, положения, методы физико-химического анализа минеральных парагенезисов; теоретические основы термодинамического моделирования в петрологии; приемы моделирования природных процессов</p> <p>Умеет: использовать полученные теоретические и практические знания по моделированию физико-химических процессов при выполнении инженерных исследований в соответствии со специализацией; применять различные методы физико-химического анализа для интерпретации минеральных парагенезисов в реальных природных в многокомпонентных системах; Имеет практический опыт: полученными навыками и знаниями при проведении производственных, технологических, петрологических исследований при всех видах геологического картирования природных объектов (минеральные ассоциации, массивы горных пород, месторождения пи).</p>
Литология	<p>Знает: основные типы осадочных толщ, обстановки их формирования и типичные для 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; владеть: знаниями в области осадочной петрографии, стадийного анализа осадочных пород; Имеет практический опыт: навыков составления литологических разрезов и фациальных карт, литолого-фациального анализа, позволяющего с помощью методов палеогеографических реконструкций восстанавливать обстановку осадконакопления.</p>
Методика поисков и разведки месторождений полезных ископаемых	<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 подсчёта 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</p>

	<p>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>
<p>Методика минералого-геохимических исследований</p>	<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 .</p>
<p>Структурная геология и геокартирование</p>	<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</p>

	<p>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 геологосъемочных работ, владения методами диагностики и документации геологических тел разного масштаба, их происхождения с целью использования результатов геолого-съемочных работ для прогноза и поиска полезных ископаемых.</p>
Петрография осадочных пород	<p>Знает: 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., Классификацию осадочных горных пород, определять породы разного состава и фациального класса; Металлогеническую специализацию и формационную принадлежность типов осадочных горных пород. Умеет: Определять важнейшие оптические константы минералов в шлифах под микроскопом в проходящем свете; Пользуясь справочной литературой диагностировать минералы горных пород по их оптическим свойствам., 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. Имеет практический опыт: исследования минерального состава и структурно-текстурных особенностей горных пород в шлифах., интерпретации результатов петрографических исследований.</p>
Геоархеология	<p>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.</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы



Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 12,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		11	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	8	8	
Лекции (Л)	4	4	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	59,75	59,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
подготовка к зачету	27	27	
решение практических задач	32,75	32.75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
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.	1	1	0	0
2	Кристаллохимия отдельных групп минералов. Типы кристаллохимических связей.	3	1	2	0
3	Методы определения атомных структур. Основные категории кристаллохимии.	3	1	2	0
4	Кристаллогенезис. Физические свойства кристаллов	1	1	0	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.	1
2	2	Основные типы структур кристаллов. Структура силикатов.	1
3	3	Предельные типы химических связей в кристаллических структурах. Промежуточные типы химических связей в кристаллических структурах.	1
4	4	Реальный кристалл и его дефекты. Изоморфизм и полиморфизм - критерии структурного типоморфизма кристаллов	1

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Вывод видов симметрии молекул. Определение в структурах КЧ, КМ, Z, координат атомов. Изучение и описание плотнейших упаковок.	2
2	3	Изучение и описание простейших структур кристаллов и их гомологов. Изучение и описание структур силикатов. Изучение и описание структур силикатов.	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
подготовка к зачету	ПУМД, осн. лит., доп. лит. №1; метод. пособие; ЭУМД, осн. и доп. лит.	11	27
решение практических задач	ПУМД, доп. лит. №1-2.	11	32,75

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	11	Текущий контроль	проверка выполнения практических работ	1	5	Студент выполняет практическую работу, согласно рабочей программы. Студент предоставляет преподавателю результаты работы на проверку. При оценке результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Общий балл складывается из следующих показателей: соответствие выполненной работы рабочей программе дисциплины - 2 балла, логичность изложения материала - 3 балла. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1.	зачет
2	11	Промежуточная	зачет	-	10	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов,	зачет

		аттестация			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. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.
--	--	------------	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	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. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
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: знаний в области кристаллохимии минералов для решения научно-исследовательских задач	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному 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. Чупрунов, Е.В. Основы кристаллографии: учебник /Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фаддеев.- М.: Физматлит, 2004.- 500 с.

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

3. Егоров-Тисменко, Ю.К. Кристаллография. Руководство к практическим занятиям: учебное пособие для вузов/Ю.К. Егоров-Тисменко.- М.:МГУ, 2010.-208 с.: ил

*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 электронной форме	Библиографическое описание
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, диф. зачет	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
Самостоятельная работа студента	308 (1)	Учебная коллекция «Природные кристаллы» – 30 образцов Учебная коллекция простых форм кристаллов – 30 образцов Модели кристаллических решеток минералов – 12 штук