

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью освоения учебной дисциплины является:

- подготовка бакалавров, компетентных в двух взаимосвязанных областях: геометрической кристаллографии и кристаллохимии, владеющих знаниями теоретических законов и практических методов определения симметрии кристаллов, обладающих умениями и навыками составления кристаллографических формул, построения стереографических проекций, определения символов граней, а так же навыками описания кристаллохимических структур.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование у обучаемых представлений о кристаллографической симметрии кристаллов и кристаллохимических структурах;
- получение обучаемыми знаний о кристалле и кристаллическом веществе и умение применять знания, полученные в ходе изучения дисциплины в практической и научной работе;
- приобретение обучаемыми навыков в определении симметрии внешних форм кристаллов, применяя известные законы взаимодействия элементов симметрии и использовать полученные умения в научно-исследовательской деятельности.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Блок Б1, Часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору.

При освоении данной дисциплины необходимы знания, приобретенные обучающимися в рамках следующих дисциплин: Математика, Химия и Физика, в свою очередь она предваряет такие дисциплины как: Минералогия, Кристаллооптика, Петрография, Геохимия.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен применять результаты изучения всех аспектов геологического строения и истории геологического развития территорий для решения стандартных задач геологической съемки	ПК 1.2	Разделяет по вещественному составу с использованием физических свойств, данных литолого-петрографических, палеонтологических, структурных, текстурных, петрохимических и геохимических исследований осадочные, магматические, метаморфогенные и метаморфические образования района геологической съемки	Знать: основные свойства кристаллов, виды симметрии и симметричные преобразования кристаллов, соответствующих конкретным минералам, в связи с их классификационной принадлежностью, основанной на их кристаллохимическом структурном строении. Уметь: применять полученные знания о кристалле и кристаллическом веществе при работе с реальными минеральными формами; Владеть (иметь навык(и)): определять элементы симметрии, находить простые формы, составлять проекции, работать с кристаллическими структурами и разделять по вещественному составу с использованием физических свойств данных структурных исследований осадочные, магматические, метаморфогенные и метаморфические образования района геологической съемки.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2 / 72

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 2
Аудиторные занятия		38	38
в том числе:	лекции	12	12
	практические		
	лабораторные	26	26
Самостоятельная работа		34	34
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час., зачет 0 час.)		0	0
Итого:		72	72

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Понятие о кристалле и кристаллическом веществе	Кристаллы и их основные свойства. Геометрическая кристаллография.	
1.2	Виды симметрии и законы	Взаимодействие элементов симметрии.	
		Тридцать два вида симметрии. Понятия о выводе	
		Закон постоянства углов. Закон Гаюи.	
1.3	Основы учения о структуре кристаллов	Координационные системы.	
		Установка кристаллов	
		Основы учения о структуре кристаллов (одномерный ряд, двумерная решетка, типы плоских сеток, пространственная решетка, элементы симметрии пространственных решеток).	
		Типы структур. Принципы двойникования.	
1.4	Основные понятия кристаллохимии	Координационное число. Координационный многогранник. Число формульных единиц. Атомные и ионные радиусы. Главнейшие типы связей.	
		Зачетное занятие	
2. Лабораторные работы			
2.1	Понятие о кристалле и кристаллическом веществе	Определение элементов симметрии на моделях кристаллов	
2.2	Виды симметрии и законы	Определение сингоний и категорий.	
		Определение простых форм низшей категории	
		Определение простых форм средней категории	
		Определение простых форм высшей категории	
		Принципы и законы проектирования. Установка кристаллов	
		Проектирование элементов симметрии	
2.3	Основные понятия кристаллохимии	Проектирование граней кристаллов. Определение их символов.	
		Практическая работа с моделями кристаллов	
		Подсчет координационного числа и числа формульных единиц в структурах кристаллов.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№	Наименование темы	Виды занятий (часов)
---	-------------------	----------------------

п/п	(раздела) дисциплины	Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Понятие о кристалле и кристаллическом веществе	2	-	-	2	4
2	Виды симметрии и законы	4	-	22	8	34
3	Основы учения о структуре кристаллов	2	-	2	12	16
4	Основные понятия кристаллохимии	4	-	2	12	18
	Итого:	12	-	26	34	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия и учебники по курсу «Кристаллография и кристаллохимия» из списка литературы, а так же рекомендуется самостоятельная работа с моделями кристаллов и кристаллических структур.

Для данной дисциплины имеется электронный курс, где размещены презентации, ссылки на литературу, вопросы для самоконтроля, задания для текущей аттестации.

Вид работы	Методические указания
<i>Подготовка к лекциям, работа с презентационным материалом и составление конспекта</i>	Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса, знакомит с новым материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для понимания, систематизирует учебный материал и ориентирует в учебном процессе. В ходе лекционных занятий рекомендуется: а) вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт исследований; б) оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений; в) задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций; г) дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой
<i>Лабораторные занятия</i>	Лабораторные занятия предполагают их проведение в различных формах, с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и освоенных компетенций с проведением текущих аттестаций. • При подготовке к <u>лабораторному занятию</u> необходимо изучить теоретический материал, который будет использоваться в ходе выполнения лабораторной работы. При защите результатов преподаватель беседует со студентом, выявляя глубину понимания им полученных результатов.
<i>Подготовка к текущей аттестации</i>	Текущая аттестация – это контроль процесса освоения обучающимися содержания образовательных программ, формирования соответствующих компетенций, первичных профессиональных умений и навыков; оценка результатов самостоятельной деятельности обучающихся. Форма проведения текущей аттестации может быть устной или письменной. При подготовке к текущей аттестации необходимо, изучить конспект лекций, разделы учебников и учебных пособий, проработать рекомендованную дополнительную литературу, сделать записи по рекомендованным источникам. Результаты текущей аттестации могут учитываться при промежуточной аттестации обучающихся.
<i>Самостоятельная работа обучающегося</i>	Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Может выполняться в библиотеке, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Учебный материал учебной дисциплины, предусмотренный рабочим учебным планом для усвоения обучающимся в процессе самостоятельной работы, выносится на промежуточную аттестацию наряду с учебным материалом, который рассматривался при проведении учебных занятий. Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время может состоять из: а) повторения лекционного материала; б) подготовки к семинарам (практическим занятиям); в) изучения учебной и научной литературы; г) решения задач, выданных на практических занятиях; д) подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.
<i>Подготовка к промежуточной</i>	Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения обучающимися системы знаний, умений и

<i>аттестации: экзамен/зачет/ зачет с оценкой</i>	<p>навыков, полученных в результате изучения данной дисциплины.</p> <p>Подготовка к зачету включает в себя три этапа: а) самостоятельная работа в течение семестра; б) непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса; в) подготовка к ответу на вопросы к зачету. В период подготовки обучающийся вновь обращается к пройденному учебному материалу. Подготовка осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации. Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде. В ходе подготовки к зачету обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Зачет проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал.</p>
---	--

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник / Ю.К. Егоров-Тисменко; под ред. академика В.С. Урусова // М.: КДУ, 2005.- 592 с.
2	Бойко С. В. Кристаллография и минералогия. Основные понятия [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Бойко ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Сибирский федеральный университет. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. — 212 с.: табл., ил. — Библиогр.: с. 190-194. — Режим доступа http://biblioclub.ru/

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография: учебник для студ. геол. спец. вузов / Ю.К. Егоров-Тисменко, Г.П. Литвинская, Ю.Г. Загальская ; под ред. В.С. Урусова. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1992. — 287 с
2	Загальская Ю.Г. Геометрическая кристаллография : учебник для студ. геол. спец. вузов / Ю.Г. Загальская, Г.П. Литвинская, Ю.К. Егоров-Тисменко. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во Московского ун-та, 1986. — 165 с
3	Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография : учебник для студ. геол. спец. вузов / Ю.К. Егоров-Тисменко, Г.П. Литвинская, Ю.Г. Загальская ; под ред. В.С. Урусова. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1992. — 287 с
4	Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия / В.С. Урусов // М., МГУ, 1987. — 272 с.
5	Бокий Г.Б. Кристаллохимия / Г.Б. Бокий // М., Наука, 1971. — 399 с.
6	Современная кристаллография: в 4т. Т1 Симметрия кристаллов. Методы структурной кристаллографии/ Ред. Б.К. Вайнштейн // М., Наука, 1979.- 383 с.
7	Современная кристаллография: в 4т. Т 2. Структура кристаллов. / Ред. Б.К. Вайнштейн // М., Наука, 1979.- 360 с.
8	Современная кристаллография: в 4т. Т. 3: Образование кристаллов. / Ред. Б.К. Вайнштейн // М., Наука, 1980.- 407с.
9	Попов Г.М. Кристаллография / Г.М. Попов, И.И. Шафрановский // изд. 5-е. Учебник для студентов геологических специальностей высших учебных заведений. М., «Высшая школа», 1972. — 351 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурсы	
1	ЗНБ Воронежского государственного университета	https://lib.vsu.ru
2	ЭБС "Университетская библиотека online"	https://biblioclub.ru
3	ЭБС «Рукопт»	https://rucont.ru/
4	Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/
5	Электронный курс «Кристаллография и кристаллохимия»	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4734
6	Бесплатный некоммерческий справочно-	http://www.geokniga.org/

	образовательный портал для геологов, студентов-геологов	
7	Бесплатный некоммерческий портал с научно-популярной и учебной литературой по геологии	http://www.jurassic.ru/amateur.htm

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Кристаллография и кристаллохимия (учебно-методическое пособие). ВГУ, 2019г. сост. О.Г. Резникова, А.Ю. Альбеков, Л.В. Гончарова, М.Н. Чернышова, В.В. Абрамов, П.С. Бойко и другие — Воронеж. Издательский дом ВГУ, 2019. — 74 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Программа курса реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий - электронный курс «Кристаллография и кристаллохимия» <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4734>

№пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах Антиплагиат.ВУЗ
5	Офисное приложение AdobeReader
6	Офисное приложение DjVuLibre+DjView

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета и лаборатории кристаллографии и кристаллохимии.

Оборудование учебного кабинета: телевизор PhilipsLED 55", ноутбук TOSHIBA Satellite A200-235, LCD-проектор TOSHIBA TLP-X2500.

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории: коллекция кристаллических структур и моделей кристаллов, модели оптических индикатрис.

Проведение курса возможно с применением дистанционных образовательных технологий на образовательном портале ВГУ (www.edu.vsu.ru) осуществляется с применением ноутбука TOSHIBA Satellite A200-23J с встроенной видеокамерой и микрофоном.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
-------	--	----------------	-------------------------------------	--------------------

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Понятие о кристалле и кристаллическом веществе	ПК-1	ПК 1.2	Тестовое задание; аттестация с применением платформы Электронный университет
2	Виды симметрии и законы	ПК-1	ПК 1.2	Практическое задание аттестация с применением платформы Электронный университет
3	Основы учения о структуре кристаллов	ПК-1	ПК 1.2	Тестовое задание аттестация с применением платформы Электронный университет
4	Основные понятия кристаллохимии	ПК-1	ПК 1.2	Тестовое задание аттестация с применением платформы Электронный университет
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Для дисциплины «Кристаллография и кристаллохимия» предусмотрена одна текущая аттестация, которая состоит из нескольких частей и растянута во времени. Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практическое задание

1. Определить элементы симметрии по классификации Браве в модели кристалла;
2. Определить сингонию и категорию к которой относится данная модель;
3. Посчитать количество сортов граней и простых форм.
4. Дать название каждой простой формы.
5. Установить модель кристалла в координационной системе;
6. Начертить стереографическую проекцию в выбранной системе координат;
7. Спроектировать элементы симметрии и грани;
8. Определить символы граней и простых форм.

Критерии оценивания практического задания:

Критерии	Баллы
Обучающийся в полном объеме выполнил задание: определяет элементы симметрии по моделям кристаллов, записывает кристаллографические формулы в символике Бравэ, находит и правильно называет простые формы, умеет строить стереографическую проекцию и определять символы граней.	Отлично
Обучающийся выполнил задание: владеет теоретическими основами по теме задания, дает ответы на дополнительные вопросы, но допускает ошибки при решении практических задач, определяет элементы симметрии по моделям кристаллов, записывает кристаллографические формулы в символике Бравэ, не всегда правильно находит и называет простые формы, умеет строить стереографическую проекцию и определять символы граней.	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами по теме задания, фрагментарно способен дать ответ на дополнительный вопрос, не умеет применять теоретические знания при решении практических задач - определяет элементы симметрии по моделям кристаллов, ошибается в написании кристаллографических формул в символике Бравэ, не всегда правильно находит и называет простые формы, умеет читать стереографические проекции и определять символы граней.	Удовлетворительно

Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не определяет элементы симметрии по моделям кристаллов, не знает символику Бравэ, не находит и не называет простые формы, не умеет читать стереографические проекции и не определяет символы граней.	Неудовлетворительно
---	---------------------

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к зачету:

1. Агрегатные состояния веществ. Их особенности и отличия друг от друга.
2. Пространственная решетка. Понятие и виды жидких кристаллов.
3. Что такое кристалл, его основные свойства.
4. Какие фигуры называются конгруэнтными
5. Какие фигуры называются энантиоморфными
6. Что такое элементы симметрии, какие элементы симметрии вы знаете.
7. Теорема о двух пересекающихся осях. Формулировка, следствие.
8. Теорема о двух пересекающихся плоскостях. Формулировка, следствие.
9. Теорема о наличии оси четного порядка и центра инверсии Формулировка, следствие.
10. Закон постоянства углов, определение символов ребер
11. Закон целых чисел, определение символов граней
12. Закон поясов Вейса, определение символа возможной грани
13. Правила установки для кристаллов низшей категории (количество координационных осей, их размеры и углы между ними)
14. Правила установки для кристаллов тетрагональной и кубической сингоний (количество координационных осей, их размеры и углы между ними; соотношение координационных осей с элементами симметрии)
15. Правила установки для кристаллов гексагональной и тригональной сингоний (количество координационных осей, их размеры и углы между ними)
16. Закон постоянства углов, определение символов ребер
17. Закон поясов Вейса, определение символа возможной грани
18. Понятие пространственной решетки. Объяснение правильной геометрической формы кристаллов разными учеными.
19. Построение пространственной решетки
20. Период идентичности
21. Трансляция
22. Виды плоских сеток
23. Понятие примитивной и сложной ячеек. Виды сложных ячеек
24. Плоскость скользящего отражения
25. Винтовое вращение
26. Гомодесмические кристаллы
27. Гетеродесмические кристаллы
28. Принцип плотнейших упаковок
29. Координационное число и координационный многогранник

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 2-балльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся уверенно и правильно отвечает на поставленные вопросы. Текущая аттестация зачтена.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>

Обучающийся отвечает на поставленные вопросы, но иногда ошибается. Текущая аттестация зачтена.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся отвечает на поставленные вопросы с ошибками, но по наводящим вопросам способен дать правильный ответ. Текущая аттестация зачтена.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся не отвечает на поставленные вопросы. Текущая аттестация не зачтена.	–	<i>Не зачтено</i>

20.3. Фонд оценочных средств сформированности компетенций

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. В каких кристаллических структурах реализуется ван-дер-ваальсова химическая связь

- **В слоистых**
- В координационных
- В островных
- В каркасных

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какая химическая связь характерна для самородных металлов

Ответ: Металлическая

Критерии и шкалы оценивания заданий для оценки сформированности компетенций:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- средний уровень сложности (в формулировке задания перечислены все варианты ответа (на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» реализованы с помощью вопросов следующих типов: множественный выбор, верно/неверно, на соответствие, все или ничего)):
 - 1 балл – указан верный ответ;
 - 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.
- повышенный уровень сложности (в формулировке задания отсутствуют варианты ответа (на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» реализованы с помощью вопросов следующих типов: короткий ответ, числовой ответ)):
 - 2 балла – указан верный ответ;
 - 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы (на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ» реализованы с помощью вопросов типа эссе):

- средний уровень сложности:
 - 5 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
 - 2 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
 - 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).