

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского»
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
К. Г.-м. н., доцент Пименов М.В.

"05"

2021 г.



Рабочая программа дисциплины
«Кристаллография»

Направление подготовки бакалавриата
05.03.01 «Геология»

Профиль подготовки бакалавриата
«Разведочная геология и экологический мониторинг»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов, 2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Гончаренко О.П.		05.10.21
Председатель НМК	Волкова Е.Н.		05.10.21
Заведующий кафедрой	Гончаренко О.П.		05.10.21
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Кристаллография» являются:

- познание фундаментальных законов внутреннего строения и внешней формы кристаллов, химического состава и условий их образования;
- изучение морфологических, механических и оптических свойств кристаллов, основных особенностей их состава;
- изучение закономерностей морфологии и структурообразования, влияния структурных характеристик на свойства кристаллов и минералов;
- освоение методов исследования кристаллов, минералов и пород, а также связанных с ними полезных ископаемых.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Кристаллография» представляет собой дисциплину обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП. Читается во 2 семестре. «Кристаллография» базируется на курсах – «Математика», «Физика» (физика твердого тела, строение атомов и молекул, волновая оптика), «Химия» (химические свойства элементов, типы химических связей, основы физической химии), «Общая геология». Знания, полученные студентами на лекциях и практических занятиях курса «Кристаллография» являются научной базой для целого ряда геологических дисциплин – «Минералогия», «Петрография», «Литология», «Геохимия», «Учения о полезных ископаемых».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. 2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее	Знать: в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Уметь: проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. Публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта. Владеть: кругом задач в рамках

	<p>решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>3.1_ Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время</p> <p>4.1_ Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения.</p>
<p>ОПК-1</p> <p>Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач</p>	<p>1.1_ Б.ОПК-1.Использует основные законы естественнонаучных дисциплин при решении стандартных профессиональных задач.</p> <p>1.2_ Б.ОПК-1.Применяет методы моделирования геологических, математических, геофизических и геохимических процессов.</p> <p>1.3_ Б.ОПК-1. Использует знания фундаментальных разделов наук о Земле при постановке профессиональных задач,</p>	<p>Знать: фундаментальные разделы наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов;</p> <p>Уметь: применять методы моделирования геологических, математических, геофизических и геохимических процессов</p> <p>Владеть: основными законами естественнонаучных дисциплин при решении стандартных профессиональных задач.</p>
<p>ОПК-4</p> <p>Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе технологии геоинформационных</p>	<p>1.1_ Б.ОПК-4. Понимает процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы реализации таких процессов и методов</p> <p>1.2_ Б.ОПК-4. Выбирает и использует современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные</p>	<p>Знать: процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы реализации таких процессов и методов.</p> <p>Уметь: анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-решения.</p> <p>Владеть: современными информационно-коммуникационными и</p>

систем	технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности. 1.3_Б.ОПК-4. Анализирует профессиональные задачи, выбирает и использует подходящие ИТ-решения.	интеллектуальными технологиями, инструментальными средами, программно-техническими платформами и программными средствами.
--------	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы или 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
				лекции	Лабораторные занятия			
					Общая трудоемкость	Из них – лаб. практическая подготовка	КСР	
1	Раздел 1. Предмет и история кристаллографии	2	1	2			5	Реферат Доклад
2	Раздел 2. Геометрическая кристаллография	2	2-5	8	10	10	5	Прием лабораторных заданий (№1 и №2), прием контрольных работ Собеседование Реферат
3	Раздел 3. Физическая кристаллография	2	6-9	8	6	6	5	Прием лабораторных заданий (№3), прием контрольных

								работ Собеседование Реферат
4	Раздел 4. Кристаллохимия (Химическая кристаллография)	2	10-16	8	10	10	5	Прием лабораторных заданий (№4, №5), прием контрольных работ Собеседование Реферат
5	Итого			26	26	26	20	
6	Промежуточная аттестация	2		72				зачет
7	Общая трудоемкость дисциплины во втором семестре	2		72				

4.2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Предмет и история кристаллографии

1.1. Задачи кристаллографии. Основные этапы развития кристаллографии. Е.С.Федоров - создатель современной кристаллографии. Задачи, стоящие перед кристаллографами. Новые течения кристаллографии.

1.2. Понятие о кристалле и кристаллическом веществе. Вещество кристаллическое и аморфное. Распространенность кристаллического вещества в природе и технике. Основные свойства кристаллов: анизотропность, изотропность, способность к самоограничению. Кристаллизация, рост кристаллов.

Раздел 2. Геометрическая кристаллография

2.1 . Геометрическая кристаллография - её задачи исследования. Открытие закона постоянства углов (закон Стено – Ломоносова - Роме-Делиля). Взгляды М.В.Ломоносова в вопросе строения кристаллов. Общие понятия о строении кристаллов.

2.2 . Выводы 32 видов симметрии. Сингонии. Распределение видов симметрии по сингониям.

2.3 . Определение простых форм и их комбинаций. Общие и частные простые формы. 47 простых форм.

Раздел 3. Физическая кристаллография

3.1. Физическая кристаллография и задачи её изучения. Механические свойства кристаллов: твердость, спайность, упругость. Электрические свойства кристаллов. Тепловые свойства кристаллов.

3.2. Оптические свойства кристаллов. Поляризация света. Двупреломление. Методы измерения показателей преломления. Понятие об оптической индикатрисе. Оптические константы кристаллов.

Раздел 4. Кристаллохимия

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

4.2 . Типы химической связи. Гетерополярные кристаллы. Гомеополярные кристаллы. Структуры металлов и интерметаллических соединений. Кристаллические структуры простых веществ. Гомодесмические и гетеродесмические структуры.

4.3. Зависимость физических и химических свойств твердых тел от кристаллической структуры и природы химической связи.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины.

При реализации дисциплины «Кристаллография» используются различные образовательные технологии во время аудиторных занятий. Лекции проводятся с использованием персонального компьютера и мультимедийного проектора, лабораторные занятия проводятся с использованием различных наглядных пособий (плакаты, фотографии, атласы, модели кристаллических решеток и модели кристаллов), презентаций по тематикам разделов дисциплины.

Для макроскопического описания используются коллекции моделей кристаллов и кристаллических решеток.

Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы, а также консультации и помощь преподавателя в написании рефератов и при выполнении практических. Индивидуальная работа студентов предполагает и работу в Зональной научной библиотеке СГУ.

В учебном курсе предусмотрена практическая подготовка в рамках лабораторных занятий, которая реализуется посредством изучения кристаллов по заданному алгоритму в программе на основе изученного материала, а также через проведение исследования (по результатам изучения моделей кристаллов, кристаллических решеток, а также знакомства с различными методами изучения кристаллического вещества и выявления механических и оптических свойств кристаллов), через которые у студентов формируются профессиональные навыки, соответствующие профилю образовательной программы.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию без барьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для обеспечения дифференцированного подхода обеспечивается многоуровневая подача материала в соответствии с индивидуальными особенностями, предоставление учащимся права выбора целей, средств, форм работы, организация работы учащихся в малых группах, самостоятельная работа в собственном диапазоне возможностей, оценка достижения учащихся в соответствии с их возможностями.

Адаптивные технологии при обучении студентов-инвалидов реализуются с учетом особенностей этапов обучения:

- адаптации и овладения основами обучения;
- интеграции в коллектив, накопления опыта социально-адаптированного поведения и учебной деятельности;
- овладения основами профессиональной деятельности;
- результативный этап.

Каждый этап предусматривает свою специфику сопровождения. В зависимости от этапа обучения и принадлежности студента к учебной группе используется сопровождение тьюторов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Предусматриваются следующие виды контроля: текущий и промежуточный.

В течение преподавания курса «Кристаллография и минералогия» в качестве форм **текущего контроля** успеваемости студентов используются такие формы, как собеседование при приеме результатов лабораторных работ, которое является необходимым условием для допуска к **промежуточной аттестации**. По итогам обучения во втором семестре проводится *зачет*, а в третьем - *экзамен*. Цель контроля - проверка знаний студента всей дисциплины, выяснение понимания взаимосвязей различных её разделов друг с другом и связей с иными естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными дисциплинами.

Лабораторные занятия

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Лабораторные работы предусматривают:

- работу с моделями кристаллов и кристаллических структур;
- ознакомление с различными методами исследований: оптические, рентгено-флюоресцентный.

Перечень примерных тем лабораторных работ

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	3
1	Раздел 2, тема 2.1, 2.2	Теоремы к сложению элементов симметрии. Выводы 32 видов симметрии. Сингонии. Распределение видов симметрии по сингониям.
2	Раздел 2, тема 2.3	Определение простых форм и их комбинаций. Общие и частные простые формы. 47 простых форм: простые формы с симметрично равными направлениями и простые формы с единичными направлениями.
3	Раздел 3, тема 3.2	Оптические индикатрисы высшей, средней и низшей категорий сингоний. Показатели преломления света.
4	Раздел 4, тема 4.1	Пространственная решетка. Элементы симметрии пространственных решеток. Трансляция 14 типов решеток Браве.
5	Раздел 4, тема 4.2, 4.3	Структуры металлов и интерметаллических соединений. Кристаллические структуры простых веществ.
Третий семестр		

Задания для самостоятельной работы

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

Разделы и темы рабочей	Перечень домашних заданий и других вопросов самостоятельного изучения	Объем часов
------------------------	---	-------------

программы самостоятельного изучения		
Второй семестр		
Раздел 1, тема 1.2	Понятие о кристалле и кристаллическом веществе. Вещество кристаллическое и аморфное. Распространенность кристаллического вещества в природе и технике. Основные свойства кристаллов: анизотропность, изотропность, способность к самоограничению. Кристаллизация, рост кристаллов.	2
Раздел 2, тема 2.1	Геометрическая кристаллография - её задачи исследования. Открытие закона постоянства углов (закон Стено – Ломоносова - Роме-Делиля). Взгляды М.В.Ломоносова в вопросе строения кристаллов. Общие понятия о строении кристаллов.	8
Раздел 3, тема 3.1	Механические свойства кристаллов: твердость, спайность, упругость. Электрические свойства кристаллов. Тепловые свойства кристаллов.	2
Раздел 4, тема 4.2, 4.3	Типы химической связи. Гетерополярные кристаллы. Гомеополярные кристаллы. Структуры металлов и интерметаллических соединений. Кристаллические структуры простых веществ. Гомодесмические и гетеродесмические структуры. Зависимость физических и химических свойств твердых тел от кристаллической структуры и природы химической связи.	8

**Контрольные вопросы и задания для текущего контроля
успеваемости и промежуточной аттестации
по итогам освоения дисциплины:**

Контрольные вопросы к разделам 1-4

1. Понятие о кристалле и кристаллическом веществе.
2. Вещество кристаллическое и аморфное.
3. Основные свойства кристаллов: анизотропность, однородность, способность самоограничаться. Кристаллизация, рост кристаллов.
4. Геометрическая кристаллография - её задачи исследования.
5. Закон постоянства углов (Стенно-Роме-де-Лиль, Ломоносов).
6. Общие понятия о строении кристаллов.
7. Выводы 32 видов симметрии. Теоремы к сложению элементов симметрии.
8. Сингонии. Распределение видов симметрии по сингониям.
9. Определение простых форм и их комбинаций. Общие и частные простые формы.
10. 47 простых форм: простые формы с единичным и симметрично-равными направлениями.
11. Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутреннего строения.
12. Механические свойства кристаллов: твердость, спайность, упругость. Электрические свойства кристаллов. Тепловые свойства кристаллов.
13. Оптические свойства кристаллов. Поляризация света. Двупреломление. Понятие об оптической индикатрисе.
14. Оптические константы кристаллов высшей, средней и низшей категорий.
15. Пространственная решетка. Элементы симметрии пространственных решеток. Трансляция 14 решеток Браве.
16. Атомные и ионные радиусы. Координационные числа. Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами.
17. Понятие о плотнейшей упаковке шаров.
18. Типы химической связи. Гетерополярные кристаллы. Гомеополярные кристаллы.
19. Структуры металлов и интерметаллических соединений. Кристаллические

структуры простых веществ.

20. Гомодесмические и гетеродесмические структуры.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

семестр		2	3	4	5	6	7	8
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
2	10	30	0	20	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

2 семестр

Лекции

Контроль лекционного курса в течение 2 семестра составляет - от 0 до 10 баллов и включает:

- ✓ посещаемость 0-3 балла,
- ✓ опрос и умение выделить главную мысль 0-7 баллов.

Лабораторные занятия

Контроль за выполнением лабораторных работ в течение 2 семестра составляет от 0 до 30 баллов.

1. Лабораторная работа № 1 к разделу 2, тема 2.2 (от 0 до 6 баллов).
2. Лабораторная работа № 2 к разделу 2, тема 2.3 (от 0 до 6 баллов).
3. Лабораторная работа № 3 к разделу 3, тема 3.2 (от 0 до 6 баллов).
4. Лабораторная работа № 4 к разделу 4, тема 4.1 (от 0 до 6 баллов)
5. Лабораторная работа № 5 к разделу 4, темы 4.2, 4.3 (от 0 до 6 баллов)

Практические занятия

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Контроль за выполнением самостоятельной работы в течение 2 семестра составляет от 0 до 20 баллов.

1. Реферат № 1 на тему «Основные свойства кристаллов: анизотропность, изотропность, способность к самоограничению. Кристаллизация, рост кристаллов» (от 0 до 5 баллов)
2. Реферат № 2 на тему «Открытие закона постоянства углов (закон Стено – Ломоносова - Роме-Делиля)» (от 0 до 5 баллов)
3. Реферат № 3 на тему «Механические свойства кристаллов: твердость, спайность, упругость. Электрические свойства кристаллов. Тепловые свойства кристаллов» (от 0 до 5 баллов)
4. Реферат № 4 «Основные типы внутренних структур. Плотнейшие упаковки шаров» (от 0 до 5 баллов).

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены

Промежуточная аттестация – зачет

Ответ студента на зачете может быть оценен от 0 до 40 баллов

При проведении промежуточной аттестации:

- от 0 до 14 – «не зачтено»;
- от 15 до 40 баллов – «зачтено».

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по дисциплине «Кристаллография» во втором семестре составляет **100** баллов.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Кристаллография»

а) Литература:

1. Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Общая минералогия – Москва: изд-во Академия, 2008. – 410 с. ✓100
2. Материаловедение. Основы кристаллографии и минералогии [Текст] : учебное пособие для студентов факультета нано- и биомедицинских технологий / С.Б.Вениг, О.П. Гончаренко, И.В. Маляр. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2012. – 188 с.: илл. ✓55
3. Названов В.Ф. Введение в кристаллофизику: Учебн. пособие. – Саратов Изд-во Саратов. Ун-та. 1993. – 90с. ✓11

б) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

- ОС MS Windows XP SP2 или ОС MS Windows 7 Pro
- MS Office 2003 или MS Office 2007 Pro
- Антивирус Касперского для Windows workstations
- CorelDRAW Graphics Suite X3

<http://geo.web.ru> – общеобразовательный геологический сайт

<http://www.sgu.ru/node/11448/> - страница дисциплины на геологическом факультете СГУ, с большим количеством электронных учебников и публикаций

<http://vsegei.ru> - сайт Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского

<http://wiki.web.ru/> - сайт – энциклопедический словарь elibrary.ru (Научная электронная библиотека)

<http://oilcraft.ru/> - сайт Добыча нефти и газа

<http://www.lithology.ru> – сайт геологов – литологов России.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Геологический факультет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Учебный процесс реализуется в VII корпусе ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» в 9 аудиториях (107, 404, 406, 407, 409, 410, 412, 416-а и 416 б), оборудованных для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы специалистов.

Учебная аудитория 410 укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (интерактивные доски и мультимедиа-проекторы), аудитории 416-а и 416-б оборудованы экраном (телевизором), мультимедиа-проекторами и коллекцией моделей кристаллов и кристаллических структур.

В резерве кафедры петрологии и прикладной геологии для обеспечения занятий по лабораторной практической подготовки имеются:

1. Модели различных кристаллических структур.
2. Модели кристаллов различных сингоний.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата, в том числе для осуществления практической подготовки студентов, включает в себя:

Региональный музей Землеведения, расположенный по адресу: г.Саратов, ул. Ленина, 161, корпус 6, к.119, 125;

Учебная лаборатория комплексных проблем геофизики и инженерной геологии, расположенная по адресу: г. Саратов, ул. Ленина, 161, корпус 6, ком. 117, 119;

Учебная лаборатория комплексного изучения пород и минералов, расположенная по адресу: г. Саратов, ул. Большая Казачья, корпус 7, ком. 107.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавриата 05.03.01 профиль подготовки бакалавриата «Разведочная геология и экологический мониторинг».

Автор:

доктор геол-минерал. наук, профессор _____ Гончаренко О.П.

Программа разработана в 2021 году (одобрена на заседании кафедры петрологии и прикладной, протокол № 3 от 5 октября 2021 года).