



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Кафедра полезных ископаемых



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины: Б1.В.17 Кристаллохимия

Направление подготовки: 05.03.01 «Геология»

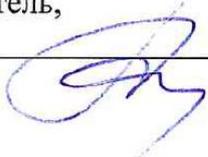
Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Профиль: «Геология»

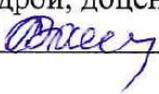
Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК геологического  
факультета

Протокол № 5 от «29» 04 2020 г.  
Председатель,  
доцент  А.Ф. Летникова

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 6  
От «17» 03 2020 г.  
Зав. кафедрой, доцент,  
к.г.-м.н.  С.А. Сасим

Иркутск 2020 г.

## Содержание

1. Цели и задачи дисциплины.....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины: .....	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы .....	4
5. Содержание дисциплины.....	4
5.1. Содержание разделов дисциплины.....	4
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	5
5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий .....	5
6. Перечень лабораторных работ .....	7
6.1. План самостоятельной работы студентов .....	8
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины: .....	11
а) основная литература.....	11
б) дополнительная литература .....	11
в) программное обеспечение .....	11
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	11
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины: .....	12
9. Образовательные технологии.....	12
10. Оценочные средства (ОС): .....	12
10.1. Оценочные средства.....	12
10.2. Примерный перечень вопросов для проверки самостоятельной работы и подготовки к собеседованию: .....	13
10.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации .....	13

### **1. Цели и задачи дисциплины.**

Основной целью дисциплины является формирование у обучающихся основ кристаллохимии, в том числе обзор кристаллических структур главных породообразующих минералов магматических и метаморфических горных пород, ознакомления студентов с порядком расчета кристаллохимических формул и распределения катионов по основным структурным позициям наиболее распространенных породообразующих минералов.

#### *Задачи курса:*

- дать обзор существующих основных породообразующих классификаций минералов;
- рассмотреть особенности распределения структурных единиц (атомов, ионов, структурных комплексов) в кристаллических структурах;
- показать особенности расчета их кристаллохимических формул и минерального состава;
- разобрать алгоритмы пересчета с помощью персонального компьютера химического состава минералов на кристаллохимические формулы, минеральный и минеральный составы;
- обратить внимание на различие геохимических характеристик основных породообразующих минералов, образовавшихся в разных геологических условиях.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП.** Минералогия в соответствии с учебным планом для направления 05.03.01 «Геология» и федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №954 от 7.08.2014 г. относится к *обязательной дисциплине вариативной части*. Дисциплина базируется на знаниях и навыках, приобретенных студентами в рамках изучения курсов «Общая геология», «Кристаллография», «Петрография», «Геохимия», «Методы диагностики минералов». Материал дисциплины и приобретенные навыки необходимы для подготовки и написания выпускной квалификационной работы. Дисциплина читается в 8 семестре для студентов четвертого курса.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студента следующих компетенций:

способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (ПК-1);

способностью самостоятельно получить геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований (ПК-2);

В результате изучения данной дисциплины студент должен *знать*:

- принципы классификации минералов;
- конституционные особенности минералов;
- алгоритмы расчетов кристаллохимических формул породообразующих минералов.

*Уметь*:

- производить расчет кристаллохимических формул породообразующих минералов и их минералов;
- выявлять взаимосвязь между кристаллохимическими характеристиками породообразующих минералов и генетическими особенностями их формирования ;
- составлять алгоритмы расчета кристаллохимических формул минералов с помощью персонального компьютера на базе программного продукта MS Excel.



6.3. Распределение петрогенных и редких элементов слюд.

### Раздел 7. Кристаллохимизм полевых шпатов.

7.1. Классификация полевых шпатов.

7.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава полевых шпатов.

7.3. Распределение петрогенных и редких элементов полевых шпатов.

### 5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин												
		2.3	3.3	3.4	4.3	5.3	5.4	6.3	7.3					
1.	Подготовка и написание выпускной квалификационной работы													

### 5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах				
			Лекц.	Семина.	ПР. зан.	СРС	Всего
1	Раздел 1. Формулы минералов и принципы их расчета	1.1. Химический состав минералов.	0,5			1	1,5
		1.2. Основы плотнейшей упаковки компонентов силикатов.	0,5			1	1,5
		1.3. Методы расчета формул минералов.	0,5		2	2	4,5
		1.4. Химические составные части породообразующих минералов.	0,5			2	2,5
2	Раздел 2. Кристаллохимизм оливинов.	2.1. Классификация оливинов.	0,5			2	2,5
		2.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава оливинов	0,5		2	2	4,5

		2.3. Распределение петрогенных и редких элементов в оливинах.	0,5		2	1	3,5
3	Раздел 3. Кристаллохимизм гранатов	3.1. Классификация гранатов.	0,5			1	1,5
		3.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава гранатов	0,5		2	1	3,5
		3.3. Распределение петрогенных элементов гранатов.	0,5		2	2	4,5
		3.4. Распределение редких элементов гранатов.	0,5		2	1	3,5
4	Раздел 4. Кристаллохимизм пироксенов	4.1. Классификация пироксенов.	0,5			1	1,5
		4.2. Особенности кристаллохимических формул и минимального состава пироксенов.	0,5		2	1	3,5
		4.3. Распределение петрогенных и редких элементов пироксенов	0,5		2	2	4,5
5	Раздел 5. Кристаллохимизм слюд	5.1. Классификация амфиболов.	0,5			1	1,5
		5.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава амфиболов.	0,5		2	2	4,5
		5.3. Распределение петрогенных элементов амфиболов.	0,5		2	1	3,5
		5.4. Распределение редких элементов амфиболов.	0,5		2	2	4,5
6	Раздел 6. Кристаллохимизм	6.1. Классификация слюд.	0,5			1	1,5

	амфиболов	6.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава слюд.	0,5		2	1	3,5
		6.3. Распределение петрогенных и редких элементов слюд.	0,5			2	2,5
7	Раздел 7. Кристаллохимизм полевых шпатов	7.1. Классификация полевых шпатов.	0,5			1	1,5
		7.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава полевых шпатов.	0,5		2	1	3,5
		7.3. Распределение петрогенных и редких элементов полевых шпатов.	0,5			1	1,5
	Итого		12		26	33	72 (КСР =1)

#### 6. Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	1.3	Методы расчета формул минералов.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
2	2.2	Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава оливинов	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
3	2.3	2.3. Распределение петрогенных и редких элементов в оливинах.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
4	3.2	Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава гранатов	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
5	3.3	Распределение петрогенных элементов гранатов.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
6	3.4	Распределение редких элементов гранатов.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

7	4.2	Особенности кристаллохимических формул и минального состава пироксенов.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
8	4.3	Распределение петрогенных и редких элементов пироксенов	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
9	5.2	5.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава амфиболов.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
10	5.3	5.3. Распределение петрогенных элементов амфиболов.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
11	5.4	5.4. Распределение редких элементов амфиболов.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
12	6.2	6.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава слюд.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
13	7.2	7.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава полевых шпатов.	2	зачет	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол.-во часов
1	Раздел 1. Формулы минералов и принципы их расчета	Повторение лекционного и практического материала	Анализ литературы и конспектирование	1. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с. 2. Булах А.Г. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов. СПб.: Изд.-во СПбГУ, 2014. – 132 с.	4
2	Раздел 2. Кристаллохи	Повторение лекционного и	Анализ литературы и конспектирование	1. Буланов В.А., Сизых А.И.	4

	мизм оливинов.	практического материала		<p>Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с.</p> <p>2. Булах А.Г. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов. СПб.: Изд.-во СПбГУ, 2014. – 132 с.</p>	
3	Раздел 3. Кристаллохимизм гранатов	Повторение лекционного и практического материала	Анализ литературы и конспектирование	<p>11. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с.</p> <p>2. Булах А.Г. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов. СПб.: Изд.-во СПбГУ, 2014. – 132 с.</p>	4
4	Раздел 4. Кристаллохимизм пироксенов	Повторение лекционного и практического материала	Анализ литературы и конспектирование	<p>1. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с.</p>	4
5	Раздел 5. Кристаллохимизм слюд	Повторение лекционного и практического	Анализ литературы и конспектирование	<p>2. Булах А.Г. Структура, изоморфизм,</p>	8

		материала		формулы, классификация минералов. СПб.: Изд.-во СПбГУ, 2014. – 132 с.	
6	Раздел 6. Кристалло- химизм амфиболов	Повторение лекционного и практического материала	Анализ литературы и конспектирование	1. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимиз м породообразующ их минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с. 2. Булах А.Г. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов. СПб.: Изд.-во СПбГУ, 2014. – 132 с.	5
7	Раздел 7. Кристалло- химизм полевых шпатов	Повторение лекционного и практического материала	Анализ литературы и конспектирование	1. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимиз м породообразующ их минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с. 2. Булах А.Г. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов. СПб.: Изд.-во СПбГУ, 2014. – 132 с.	4

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

*Непосредственное конспектирование* – это запись в сокращенном виде сути информации по мере ее изложения. При записи лекций или по ходу семинара этот способ оказывается единственно возможным, так как и то, и другое разворачивается у вас на

глазах и больше не повторится; вы не имеете возможности ни забежать в конец лекции, ни по несколько раз «переслушивать» ее.

*Опосредованное конспектирование* – опосредованное конспектирование начинают лишь после прочтения (желательно – перечитывания) всего текста до конца, после того, как будет понятен общий смысл текста и его внутренние содержательно-логические взаимосвязи. Сам же конспект необходимо вести не в порядке его изложения, а в последовательности этих взаимосвязей: они часто не совпадают, а уяснить суть дела можно только в его логической, а не риторической последовательности. Естественно, логическую последовательность содержания можно понять, лишь дочитав текст до конца и осознав в целом его содержание. При такой работе станет ясно, что в каждом месте для вас существенно, что будет заведомо перекрыто содержанием другого пассажа, а что можно вообще опустить. Естественно, что при подобном конспектировании придется компенсировать нарушение порядка изложения текста всякого рода пометками, перекрестными ссылками и уточнениями. Но в этом нет ничего плохого, потому что именно перекрестные ссылки наиболее полно фиксируют внутренние взаимосвязи темы.

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

### **а) основная литература**

Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с. (19 экз.)

Буланов В.А., Юденко М.А. Решение кристаллографических задач с помощью стереографических проекций. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006. – 175 с. (41 экз.)

Буланов В.А. Юденко М.А. Решение кристаллографических задач с помощью стереографических проекций // Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. – ЭВК. – Иркутск: ИГУ, 2006. Электронный ресурс. Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неограниченный доступ.

### **б) дополнительная литература**

Бетехтин А.Г. Курс минералогии . М.: КДУ, 2010. – 736 с. (2 экз.)

Буланов В.А., Белоголов А.А., Сизых А.И. Практическая минералогия с основами кристаллографии. – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1995. - 248 с. (16 экз.)

Булах А.Г. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов. СПб.: Изд.-во СПбГУ, 2014. – 132 с. (1 экз.)

Годовиков А.А. Минералогия. – М.: Недра, 1983. – 647 с. (32 экз.)

Кривовичеев В.Г. Минералогический словарь. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2008. – 555 с. (1 экз.)

Лазаренко Е.К. Курс минералогии. – М.: Высшая школа, 1971. – 607 с. (31 экз.)

Миловский А.В., Кононов О.В. Минералогия. М.: Моск. ун-т, 1982. – 311 с. (1 экз.)

### **в) программное обеспечение**

Windows Professional XP SP3 / Windows 7/8/10, MS Office 2010

### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Единое окно доступа к образовательным ресурсам:

[http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.74.9.13](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.74.9.13)

American mineralogist crystal structure database (Американская минералогическая база данных кристаллических структур):

<http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/Entry.html>

Всё о геологии - Неофициальный сайт геологического факультета МГУ

<http://geo.web.ru/>

Mineralogy database (База данных по минералогии)

<http://webmineral.com/>

Информационный ресурс «Минералы. Горные породы. Шлифы.

<http://petrographica.ru/minerals-list.html>

Геологический музей НИ НГУ:

<http://www.mineral.nsu.ru/educat/article/2/index.html>

База данных по минералогии «Dakota Matrix Mineral»

<http://www.dakotamatrix.com/mineralpedia>

European Mineralogical Union (Европейский минералогический союз):

<http://eurominunion.org>

International mineralogical association (Международная минералогическая ассоциация):

<http://www.ima-mineralogy.org>

Российское минералогическое общество

<http://minsoc.ru>

Smorf: crystal models (Визуализация и 3-D моделирование кристаллических многогранников и база данных 3-D комбинаций простых форм распространенных минералов):

<http://smorf.nl>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

графический и демонстрационный материал для соответствующих лекционных и практических занятий

## **9. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций: на лекционных занятиях – дискуссии, индивидуальное обучение и обучение на основе опыта; на лабораторных занятиях – дискуссия, работа в команде, индивидуальное обучение, обучение на основе опыта, исследовательский метод.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и интерактивных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы, работы с витринными, эталонными и рабочими коллекциями минералов;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных занятий с использованием демонстрационного и наглядного (графического) материалов, специальной литературы, выполнение индивидуальных заданий по диагностике минералов.

## **10. Оценочные средства (ОС):**

### **10.1. Оценочные средства для:**

входного контроля – собеседование  
текущего контроля – собеседования  
промежуточной аттестации – зачет

### **10.2. Примерный перечень вопросов для проверки самостоятельной работы и подготовки к собеседованию:**

1. Химический состав минералов.
2. Основы плотнейшей упаковки компонентов силикатов.
3. Методы расчета формул минералов.
4. Химические составные части породообразующих минералов.
5. Классификация оливинов.
6. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава оливинов
7. Распределение петрогенных и редких элементов в оливинах.
8. Классификация гранатов.
9. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава гранатов
10. Распределение петрогенных элементов гранатов.
11. Распределение редких элементов гранатов.
12. Классификация пироксенов.
13. Особенности кристаллохимических формул и минального состава пироксенов.
14. Распределение петрогенных и редких элементов пироксенов
15. Классификация амфиболов.
16. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава амфиболов.
17. Распределение петрогенных элементов амфиболов.
18. Распределение редких элементов амфиболов.
19. Классификация слюд.
20. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава слюд.
21. Распределение петрогенных и редких элементов слюд.
22. Классификация полевых шпатов.
23. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава полевых шпатов.
24. Распределение петрогенных и редких элементов полевых шпатов.

### **10.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	собеседование	Методы расчета формул минералов.	ОПК-2,3, ПК-1,2
2	собеседование	Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава оливинов	ОПК-2,3, ПК-1,2
3	собеседование	Особенности кристаллохимических формул и минального состава пироксенов.	ОПК-2,3, ПК-1,2
4	собеседование	. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава полевых шпатов.	ОПК-2,3, ПК-1,2

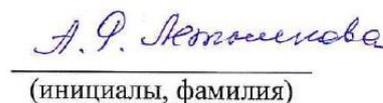
**Примерный перечень вопросов к зачету:**

1. Методы расчета кристаллохимических формул.
2. Анионный метод расчета кристаллохимических формул.
3. Катионный метод расчета.
4. Особенности записи кристаллохимических формул.
5. Особенности конституции минералов.
6. Вариации химического состава главных породообразующих минералов.
7. Кристаллохимизм оливинов.
8. Кристаллохимизм пироксенов
9. Координационное число, принципы плотнейшей упаковки, типы координации.
10. Классификация оливинов.
11. Классификация пироксенов.
12. Кристаллохимизм слюд.
13. Классификация и минальный состав слюд.
14. Классификация и минальный состав гранатов.
15. Кристаллохимизм гранатов.
16. Кристаллохимизм амфиболов.
17. Особенности кристаллохимической классификации амфиболов.
18. Кристаллохимизм полевых шпатов
19. Классификация полевых шпатов.
20. Принципы классификации минералов.

РАЗРАБОТЧИК:

  
(подпись)

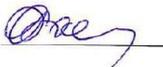
  
(занимаемая должность)

  
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых

«17» марта 2020 г.

Протокол №6

Зав. кафедрой, к.г.-м.н.,  С.А. Сасим

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**