

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета**



Рабочая программа дисциплины
«КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Профиль
«Обработка металлов и сплавов давлением»
(набор 2026 года)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь 2026

Разработчик:

Доцент, кандидат технических наук



/И.М. Таупек/

Согласовано:

Зав. Кафедрой «Машиностроительные
и металлургические технологии»

Доцент, кандидат технических наук



/Н.Г. Синельникова/

Содержание

1	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3	Структура и содержание дисциплины	4
3.1	Виды учебной работы и трудоемкость	4
3.2	Тематический план изучения дисциплины	6
3.3	Содержание дисциплины	7
3.4	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	7
3.5	Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	7
4	Учебно-методическое и информационное обеспечение	7
4.1	Нормативные документы и ГОСТы	7
4.2	Основная литература	7
4.3	Дополнительная литература	7
4.4	Электронные образовательные ресурсы	8
4.5	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	8
4.6	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	8
5	Материально-техническое обеспечение	8
6	Методические рекомендации	8

6.1	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	8
6.2	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	8
7	Фонд оценочных средств	9
7.1	Методы контроля и оценивания результатов обучения	9
7.2	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	9
7.3	Оценочные средства	9

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

ЦЕЛЬ освоения дисциплины «Кристаллография и минералогия» – научить современным методом представления кристаллов в аналитическом варианте и в виде графических и геометрических построений;

сформировать навыки классификации кристаллов по основным признакам строения;

научить анализу кристаллического строения на основе трансформации и сочетаний элементов симметрии кристаллов и кристаллических решеток;

научить использовать полученные представления о кристаллах для выявления и использования их физических и технологических особенностей в практической деятельности;

научить, правильно использовать знания о дефектах кристаллической решетки в формировании технологий кристаллических материалов;

дать представление об основных кристаллических природных материалах, их роли в жизни общества, экономических аспектах их добычи и использовании.

ОСНОВНЫМИ ЗАДАЧАМИ освоения дисциплины «Кристаллография и минералогия» являются:

– использовать формальное представление кристаллов для анализа взаимосвязи их элементов строения;

– устанавливать формулу симметрии кристаллов;

– устанавливать по формуле симметрии, проекции всех элементов строения кристаллов;

– решать задачи с использованием имеющихся представлений о взаимодействии элементов симметрии кристаллов и решеток;

– классификации минералов по геологическим признакам.

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кристаллография и минералогия» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Дисциплина «Кристаллография и минералогия» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Введение в профессию;
- Математика;
- Физика;
- Химия
- Материаловедение
- Металлургические технологии.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			1	
1	Аудиторные занятия	28	28	
	В том числе:			
1.1	Лекции	14	14	
1.2	Семинарские/практические занятия	14	14	
1.3	Лабораторные занятия			

2	Самостоятельная работа	80	80	
3	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	3	3	
	Итого	108	108	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лек- ции	Семи- нарские/ практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные за- нятия	Прак- тиче- ская подгот- овка	
1.	Понятие «кристалл» и «кристаллическое вещество»	26	3	3			20
2.	Типы химической связи в кристаллах	28	4	4			20
3.	Классификация кристаллов	26	3	3			20
4.	Введение в минералогию	28	4	4			20
Итого		108	14	14			80

3.3 Содержание дисциплины

№ темы	Основное содержание
1	Понятие «кристалл» и «кристаллическое вещество», основные свойства кристаллических веществ. Краткая история развития кристаллографии как науки и роль русских ученых. Современные методы исследования кристаллов. Физические свойства кристаллов.

2	Типы химической связи в кристаллах. Структуры кристаллов. Структурные мотивы. Кристаллографическое проецирование. Кристаллические решетки. Формы представления решеток. Элементарные ячейки Бравэ.
3	Геометрия кристаллов и кристаллических решеток. Закон рациональных отношений параметров. Символы ребер и граней. Параметры Вейса и Миллера. Символы граней и ребер. Классификация кристаллов по категориям, сингониям и классам. Формула симметрии кристаллов. Структура реальных кристаллов.
4	Дефекты кристаллической решетки. Выращивание монокристаллов из различных сред.
5	Введение в минералогию, понятие «минерал» и «минеральный» агрегат». История развития минералогии и роль русских ученых. Методы изучения минералов.
6	Минералы. Распространенность минералов в природе. Генезис минералов. Классификация минералов. Минеральные полезные ископаемые. Физические свойства минералов. Оптические свойства минералов

3.4. Практические занятия

№ п/з	Тематика практических занятий
1	
2	Узлы. Узловые ряды. Кристаллографические плоскости
3	Кристаллографическое проецирование
4	Определение сингонии кристалла по моделям
5	Приемы работы с сеткой Вульфа
6	Определение формулы симметрии кристаллов
7	Построение проекций элементов строения кристалла.
8	Построение проекций элементов строения кристалла методом размножения точек
9	Решение кристаллографических задач на отыскание элементов симметрии кристаллов
10	Решение кристаллографических задач на построение основных элементов симметрии кристаллов
11	
12	Теоремы состояния элементов симметрии кристаллических структур
13	Решение задач по теоремам состояния элементов симметрии кристаллических структур
14	
15	Периодичность кристаллических решеток.
16	Дефекты кристаллических решеток
17	История развития минералогии и роль русских ученых. Методы изучения минералов.
18	Химический состав и кристаллическая структура минералов. Физические свойства минералов. Морфология минералов и их агрегатов. Основы минералогической систематики.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (с изменениями и дополнениями от 27 февраля 2023г.), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 28.06.2020 №702.

3. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 6 апреля 2021 г. N 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры"

4.2 Основная литература

1. Гуляев А.П., Гуляева А.А. Металловедение: Учебник для вузов. – М.: Аль-янс, 2012. – 644с.
2. Розин К.М. Практическая кристаллография. М.: МИСиС, 2005. - 448 с.
3. Бойко С.М. Кристаллография и минералогия. Основные понятия: учебное пособие. – СФУ, 2015. – 212с. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=435663&sr=1
4. Буланов, В. А. Минералогия с основами кристаллографии : учебник для вузов / В. А. Буланов, А. И. Сизых, А. А. Белоголов ; под научной редакцией Ф. А. Летникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 230 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07310-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/585748> (дата обращения: 09.02.2026).

4.3 Дополнительная литература

1. Горелик С.С. и др. Рекристаллизация металлов и сплавов. – М.: МИСиС, 2005. - 432 с.
2. М.П. Шаскольская Кристаллография. М.: Высшая школа. 1984. - 376 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте www.mami.ru в разделе «Библиотека Московский Политех» (<http://lib.mami.ru/ebooks/>).
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru>);

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616 Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042
2. Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-правовая системы «КонсультантПлюс: Некоммерческая интернет-версия» <https://www.consultant.ru/online/>
2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>
3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>
4. ЭБС «IPR» <https://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС "Лань" <https://e.lanbook.com/>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Федеральный портал http://window.edu.ru](http://window.edu.ru)
7. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
8. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
9. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/index.php>
10. ЭБС Юрайт <https://urait.ru/>

5 Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	Учебная аудитория лекционного типа № 1508, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категоричный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применение теоретических знаний к решению задач.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;

- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки	УО 3	Темы 1-4

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным

	планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, но затрудняется в ответах на некоторые вопросы; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, но не в полной мере отражает суть рассматриваемой проблемы, в основном умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показаны недостаточные знания теоретического материала, основных понятий излагаемой темы, не всегда с правильным и необходимым применением специальных терминов, понятий и категорий; анализ практического материала был нечёткий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».

7.3 Оценочные средства

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Зачет (З)	Итоговая форма оценки знаний. В высших учебных заведениях проводится во время сессии.	Вопросы к зачету

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

(зачет)

1. История развития кристаллографии как науки и роль русских ученых.
2. Понятие «кристалл» и «кристаллическое вещество»
3. Методы исследования кристаллического вещества
4. Пути образования кристаллов
5. Физические свойства кристаллов
6. Пространственная кристаллическая решетка и элементы ее строения.
7. Типы взаимодействия атомов и ионов в кристаллических решетках
8. Поляризация ионов в решетках. Правила Фаянса
9. Правила выбора элементарных ячеек кристаллических решеток.
10. Базис элементарной ячейки.
11. Пределы устойчивости структур. Координационные числа и многогранники.
12. Принцип построения обратных решеток
13. Пределы устойчивости структур.
14. Симметрия кристаллов. Элементы симметрии кристаллов.
15. Комбинации элементов симметрии, классы, сингонии. Форма идеальных кристаллов.
16. Простые формы кристаллов, их кристаллографические формулы.
17. Сингонии кристаллов.
18. Закон постоянства углов. Грани и ребра кристаллов.
19. История развития минералогии и роль русских ученых.
20. Понятие «минерал».
21. Принципы классификации минералов.
22. Основные физические свойства минералов
23. Полиморфизм и изоморфизм.
24. Оптические свойства минералов
25. Характеристика класса «Сульфиды».
26. Характеристика класса «Окислы и гидроокислы».
27. Характеристика класса «Сульфаты».
28. Характеристика класса «Карбонаты».
29. Характеристика классов «Галоиды» и «Фосфаты».
30. Методы выращивания и использования монокристаллов

Текущий контроль

Примерные вопросы для устного опроса

1. Какова распространенность кристаллических веществ в природе?
2. При каких условиях возникают кристаллы? Приведите примеры.
3. Понятие «кристалл» и «кристаллическое вещество».
4. Назовите основные свойства кристаллов
5. Физические свойства кристаллов
6. Явление изоморфизма и полиморфизма в кристаллах.
7. Как влияют скорости роста граней на форму кристалла?
8. Теории роста кристаллов
9. Растворение и регенерация кристаллов.
10. Пространственная кристаллическая решетка и элементы ее строения.
11. Как определить, имеется ли в кристалле центр симметрии?
12. Какие оси симметрии могут существовать в кристаллах?

13. Что называется гранью, ребром и вершиной в кристалле?
14. Что такое симметрия кристаллов? Какие Вы знаете элементы симметрии?
15. Простые формы кристаллов, их кристаллографические формулы.
16. Что такое сингония?
17. Какие существуют сингонии? Их характеристика.
18. Что такое простая форма и комбинация?
19. Какие простые формы называются открытыми и какие закрытыми?
20. Какие простые формы существуют в кристаллах низших сингонии?
21. Какие простые формы имеются в кристаллах средних сингонии?
22. Назовите простые формы кубической сингонии.
23. Что такое двойники? Приведите примеры.
24. Методы исследования кристаллического вещества
25. Методы выращивания кристаллов
26. Дайте определение понятию «минерал».
27. Какова распространенность минералов? Их размеры.
28. Характеристика класса «Сульфиды».
29. Характеристика класса «Окислы и гидроокислы».
30. Характеристика класса «Сульфаты».
31. Породообразующие минералы.
32. Что такое полиморфизм?
33. Характеристика класса «Карбонаты».
34. Характеристика классов «Галоиды» и «Фосфаты».
35. Принципы классификации минералов.
36. Характеристика класса «Силикаты».
37. Гидротермальное минералообразование.
38. Процессы выветривания и идущее в них минералообразование.
39. Основные задачи, стоящие перед минералогией.
40. Каковы причины окраски минералов?
41. Основные физические свойства минералов.
42. Какие плотности имеют минералы?
43. Как различаются минералы по блеску? Приведите примеры.
44. Что называется минеральным агрегатом?
45. Какие существуют агрегаты минералов?