

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Ювелирного дизайна и технологии»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №№7 от 03 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«КРИСТАЛЛОГРАФИЯ»

Направление: 29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Технология художественной обработки драгоценных камней и металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Анисимова Александра Алексеевна Дата подписания: 13.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Лобацкая Раиса Моисеевна Дата подписания: 13.06.2025
--

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Кристаллография» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность проводить измерения параметров структуры, свойств материалов и художественно-промышленных объектов	ОПК ОС-3.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.5	Применяет знания об общих принципах кристаллического строения минералов для их идентификации	Знать основные определения и законы геометрической кристаллографии, кристаллофизики, кристаллохимии; структурную систематику кристаллов; правила индизирования кристаллов; названия простых форм кристаллических многогранников; кристаллогенезис в природных и лабораторных условиях; основные морфологические признаки кристаллических структур; методы исследования кристаллического вещества; иметь представления о квазикристаллах. Уметь строить стереографические проекции многогранников с использованием сетки Вульфа; развернуто описывать кристаллические структуры; четко определять элементы симметрии кристаллических многогранников и записывать формулы симметрии в разных символиках. Владеть приемами диагностики кристаллических структур; теоремами взаимодействия элементов симметрии; символиками записи классов симметрии Браве, Шенфлиса, Германа-Могена.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Кристаллография» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Химия», «Художественное материаловедение»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Методы облагораживания ювелирных камней», «Диагностические методы геммологических исследований», «Природа окраски минералов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в кристаллографию	1	2							Устный опрос
2	Геометрическая кристаллография	2	6	1, 2, 3, 4, 5	14			1, 2	40	Письменный опрос
3	Структурная кристаллография	3	4	6, 7, 8, 9, 10	18			3	20	Творческое задание
4	Основы кристаллохимии	4	2							Устный опрос
5	Основы кристаллофизики	5	1							Устный опрос
6	Использование кристаллов в разных сферах деятельности человека	6	1							Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		32				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в кристаллографию	История развития науки
2	Геометрическая кристаллография	Определение симметрии кристаллов. Символики Браве, Шенфлиса, Германа-Могена. Теорема Эйлера. Кристаллические координатные системы. Сингонии. Простые формы и комбинации.
3	Структурная кристаллография	Кристаллогенезис: теории роста кристаллов, методы их выращивания. Кристалломорфология. Решетки Браве. Пространственные группы Федорова.
4	Основы кристаллохимии	Органическая и неорганическая кристаллохимия. Примеры определения кристаллических структур. Понятия координационного полиэдра, координационного числа. Координационные многогранники. Теория плотнейших упаковок.
5	Основы кристаллофизики	Икосаэдрическая сингония. Квазикристаллы. Принцип Неймана. Физические, механические, акустические, оптические, магнитные свойства кристаллов.
6	Использование кристаллов в разных сферах деятельности человека	Примеры использования кристаллов

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Как работает кристаллография	2
2	Определение элементов симметрии кристаллов	4
3	Инверсионные элементы симметрии кристаллических многогранников	2
4	Понятие о категории и сингонии	4
5	Текущая аттестация 1	2
6	Механизмы роста кристаллов	2
7	Проецирование кристаллов и элементов симметрии	6
8	Изучение и определение простых форм кристаллов	4
9	Текущая аттестация 2	2
10	Установка кристалла	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	30
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
3	Подготовка к зачёту	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Интерактивные презентации для наглядного представления теоретического материала, коллекции минералов, имеющих практическую значимость, по материалам лекций и с использованием ресурсов сети интернет студенты выполняют домашние задания.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторная работа №1. Как работает кристаллография.

Цель: познакомиться с методом симметрии и его основными понятиями.

Содержание задания: студент закрепляет понимание таких категорий как «симметрия», «симметричный объект», «операция симметрии», «элемент симметрии» на примере фотографий известных архитектурных сооружений. Записываются формулы симметрии потолочных сводов в символике Браве.

Лабораторная работа №2. Определение элементов симметрии кристаллов.

Цель: определение элементов симметрии кристаллических многогранников.

Содержание задания: собирается кристаллический многогранник из бумажного материала и выявляются все элементы симметрии (с помощью вспомогательных геометрических образов), с последующей их записью в общую формулу.

Лабораторная работа №3. Инверсионные элементы симметрии кристаллических многогранников.

Цель: познакомиться с элементами симметрии 2ого рода.

Содержание задания: разбираются инверсионные оси разных порядков и демонстрируются студентом преподавателю на примере собранных из бумаги/картона кристаллических многогранников.

Лабораторная работа №4. Понятие о категории и сингонии.

Цель: научиться по внешней форме многогранника распознавать его принадлежность к одной из трех кристаллографических категорий и к одной из шести сингоний.

Содержание задания: в моделях кристаллических многогранников определяются основные черты кристаллографических категорий и сингоний. На примере образцов из коллекции минералов демонстрируются изученные понятия, составляются для них формулы симметрии с использованием теорем о сочетании элементов симметрии.

Лабораторная работа №5. Промежуточная аттестация.

Цель: оценить знания студентов.

Содержание задания: повариантно студенты получают задания по пройденному материалу; сдают творческую работу, излагая изображенные элементы симметрии,

симметричные объекты и операции симметрии.

Лабораторная работа №6. Механизмы роста кристаллов.

Цель: вырастить кристалл из выбранного вещества (соли, лимонной кислоты, сахара, медного купороса и т.д.)

Содержание задания: в течение предшествующего месяца студенты изучают рост кристаллов разных веществ в домашних условиях, документируя каждый этап эксперимента. На занятии описываются результаты кристаллогенезиса: отчет с использованием фото- и видеоматериалов, демонстрируется выращенный кристалл, определяется его набор симметрии, принадлежность к кристаллографическим категориям и сингониям.

Лабораторная работа №7. Проецирование кристаллов и элементов симметрии.

Цель: научиться решать кристаллографические задачи с помощью сетки Вульфа.

Содержание задания: лабораторная работа проводится поэтапно. Студенты знакомятся с гномостереографическим проецированием кристаллических многогранников. Далее решаются кристаллографические задачи на сетке Вульфа: строятся стереографические проекции реальных геологических объектов, измеряются расстояния и углы между ними. Отчет предоставляется в устной и письменной форме (на кальке).

Лабораторная работа №8. Изучение и определение простых форм кристаллов.

Цель: освоение методики определения простых форм кристаллов и их комбинаций.

Содержание задания: определяются наборы симметрии, записываемые с помощью символик Браве, Шенфлиса, Германа-Могена, детально описываются количество и типы простых форм по моделям кристаллических многогранников.

Лабораторная работа №9. Промежуточная аттестация.

Цель: оценить знания студентов.

Содержание задания: по вариантно студенты получают задания по пройденному материалу.

Лабораторная работа №10. Установка кристалла.

Цель: познакомиться с основными параметрами установки кристаллов для проецирования.

Содержание задания: изучение различных способов представления симметричных операций, типов систем координатных осей, закона целых чисел и индизирования кристаллов.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа выполняется студентом во внеаудиторное время по вариантам, выданным преподавателем.

Подготовка к лабораторным работам заключается в проектировании из бумаги/картона моделей кристаллических многогранников с устным отчетом о всех элементах их симметрии. Студентом также должен быть выполнен эксперимент по выращиванию кристалла, с соблюдением техники безопасности и поддержании благоприятных условий для получения положительного результата (температура, влажность, время), фиксацией каждого этапа (фото и видео). Итоги эксперимента демонстрируются на занятии в интерактивном режиме.

Программа предполагает выполнение двух творческих заданий. Первое – на листе бумаги формата А4 изображается композиция симметричных объектов, полученных параллельным переносом или круговым вращением. Второе – выполняется на листе бумаги формата А0/А1; каждому студенту необходимо для шести минералов, выбранным самостоятельно и относящихся к разным сингониям и видам симметрии, создать иллюстрацию, построить гномостереографические проекции, детально описать облик и габитус, написать формулы симметрии в символиках Браве, Шенфлиса, Германа-Могена, определить простые формы и их комбинации. Защита работ происходит устно.

Подготовка к контрольным работам и зачету осуществляется по лекционному материалу.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

На лабораторных и лекционных занятиях студенты отвечают на заданные вопросы в устной форме.

Пример задания: Сказать, какие минералы получаются при проникновении примесей (хрома, титана, железа) в структуру корунда.

Критерии оценивания.

Удовлетворительно – при правильном ответе

6.1.2 семестр 5 | Письменный опрос

Описание процедуры.

На лабораторном занятии каждый студент получает вариант с 13 вопросами, ответы на которые необходимо дать в течение 40 минут.

Пример задания: Вариант №1

1. Назовите основные периоды развития кристаллографии. Охарактеризуйте каждый исторический период
2. Какие разделы современной кристаллографии вам известны? Чем они занимаются?
3. Что называется кристаллом по мнению международного союза кристаллографов? Как еще можно охарактеризовать кристалл?
4. Основные понятия кристаллической решетки и их определения.
5. Что такое симметрия?
6. Что такое порядок оси и элементарный угол поворота?
7. Охарактеризуйте инверсионные оси симметрии.
8. Сформулируйте теорему Шаля.
9. Определите понятия «категория» и «сингония».
10. Приведите примеры анизотропии в кристаллах минералов.
11. Как закон постоянства углов помогает диагностировать кристаллы разных минералов?
12. Приведите примеры бытовых предметов, симметрию которых можно отнести к трем различным категориям.
13. Подумайте, ось какого порядка проходит вертикально в Останкинской телебашне. Можно ли встретить ось такого порядка в кристаллах?

Критерии оценивания.

удовлетворительно – если правильных ответов 8 и более; неудовлетворительно – менее 8.

6.1.3 семестр 5 | Творческое задание

Описание процедуры.

Представить результат эксперимента, результатом которого является выращенный студентом кристалл из любого доступного вещества – соли, сахара, лимонной кислоты, соды, медного купороса. Необходимо соблюдать технику безопасности и создать подходящий температурный режим.

Пример задания: выращивание кристалла.

Критерии оценивания.

удовлетворительно – демонстрация кристалла и определение его симметрии, описание эксперимента; неудовлетворительно – эксперимент не проведен.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-3.5	Сданы все работы по практическому материалу (сборки кристаллических многогранников, описание их простых форм, стереографические проекции заданных координат, творческие работы). Студент может логично, последовательно и не затрудняясь излагать теорию дисциплины, объясняя ее связь с практикой.	контрольные работы; презентация выращенного кристалла; презентация творческой работы по описанию кристаллических структур, относящихся к разным сингониям; тест

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет предполагает наряду с проверкой уровня знаний и обретенных компетенций, демонстрацию студентом умения грамотно и последовательно излагать мысли в профессиональной области, демонстрируя глубину полученных знаний. Для допуска к зачету студенту необходимо сдать лабораторные работы и защитить творческие задания.

Сам зачет проводится в устной форме: в аудиторию входят пятерки студентов, выбирают билет, содержащий 3 вопроса (один открытого, два закрытого типа). по теоретической программе. На подготовку дается 15 минут.

Вопросы к зачету:

1. Свойство геометрических тел повторять свои части или свойство их в различных положениях приходить в совмещение с первоначальным положением, называется

- А. Симметрия
- Б. Сингония
- В. Категория

2. Как обозначается знак Фюзоз?

А.

Б.

В.

3. Что относится к элементам симметрии первого рода:

- А. поворотная ось
- Б. плоскость
- В. центр

4. Как называется объект, от которого можно наблюдать дифракционную картину с четкими максимумами (при использовании рентгеновского излучения или потока электронов (нейтронов)):

- А. кристаллическая решетка
- Б. кристалл
- В. минерал

5. «В выпуклом многограннике сумма чисел его вершин и граней на 2 больше числа его рёбер,

т.е. $V + G = P + 2$ », это формулировка теоремы _____:

- А. топологии Эйлера

6. В кристаллах нет осей _____ порядка и выше _____ порядков:

- А. 5го и 6го
- Б. 5го и 8го
- В. 1го и 6го

7. Сколько существует платоновых тел:

- А. 8
- Б. 5
- В. 3

8. _____ - это полный набор элементов симметрии, строго определенным

образом располагающихся по отношению друг к другу:

А. сингония

Б. класс симметрии

В. Категория

9. К какой категории сингоний относится кристалл с формулой симметрии 4L33L46L29PC:

А. низшая

Б. высшая

В. средняя

10. Что такое грань, ребро и вершина в кристалле?

А. элементы симметрии кристаллов

Б. простые формы кристаллов

В. Элементы огранения кристаллов

11. Обозначение поворотной оси по символике Браве:

А. L

Б. P

В. C

12. Обозначение инверсионной оси второго порядка по символике Браве _____ P, Li2

13. Основные разделы современной кристаллографии

14. Осевая теорема Эйлера. Ее частные случаи. Модельные доказательства.

15. Симметрия, симметричная фигура, операции симметрии I и II рода, элемент симметрии.

16. Кристалл и кристаллическое вещество: определение и основные свойства.

17. Пространственная решетка и ее параметры.

18. Понятие о виде симметрии, сингонии и категории

19. Типы ячеек Браве.

20. 32 класса симметрии

21. Международная символика обозначения классов симметрии.

22. Виды дефектов кристаллов.

23. Простые формы кристаллов, их характеристики.

24. Символика Шенфлиса.

25. Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при расшифровке символов Шенфлиса.

26. Международная символика обозначения классов симметрии.

27. Образование кристаллов: условия и процесс.

28. Сложные элементы симметрии. Их взаимосвязь и реализация в кристаллическом веществе.

29. Закон постоянства углов и его значение

30. Использование сетки Вульфа при проецировании кристаллов. Задачи, решаемые с помощью этих сеток

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Сданы все работы по практическому материалу. Студент может логично,	Не знает значительной части программного материала, допускает

последовательно и не затрудняясь излагать теорию дисциплины, объясняя ее связь с практикой. Знает основные определения и законы геометрической кристаллографии, структурную систематику кристаллов; правила индирования кристаллов; названия простых форм кристаллических многогранников Умеет строить стереографические проекции многогранников с использованием сетки Вульфа	существенные ошибки, не выполняет практические задания.
---	--

7 Основная учебная литература

1. Геология Кристаллография, минералогия и геология камнесамоцветного сырья / В. А. Ермолов, В. А. Дунаев, В. В. Мосейкин, 2007. - 406.
2. Кристаллография : методические указания для специальности 121200 "Технология художественной обработки материалов" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 66.
3. Кристаллография и минералогия : метод. указания для специальности 080100 "Геол. съемка, поиски и разведка полез. ископаемых" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2005. - 87.
4. Егоров-Тисменко Юрий Клавдиевич. Кристаллография : учеб. для геол. спец. вузов / Юрий Клавдиевич Егоров-Тисменко; Под ред. В. С. Урусова, 1992. - 287.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Минералогия и минералогическая кристаллография : Тр. Совещ. по минерал. кристаллографии, посвящ. памяти Е. С. Федорова, г. Свердловск, июнь 1969 г. / Совещ. по минерал. кристаллографии, 1971. - 251.
2. Белов Н. В. Структурная кристаллография / Н. В. Белов, 1951. - 86.
3. Попов Г. М. Кристаллография : учеб. для геол.-развед. вузов и ун-тов / Г. М. Попов, И. И. Шафрановский, 1955. - 294, [1].
4. Ермолов Валерий Александрович. Кристаллография, минералогия и геология камнесамоцветного сырья : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. бакалавров и магистров и дипломир. специалистов "Горное дело" / В. А. Ермолов, В. А. Дунаев, В. В. Мосейкин; Под ред. В. А. Ермолова, 2003. - 406.
5. Чупрунов Евгений Владимирович. Кристаллография : учеб. для вузов по физ. и хим. специальностям / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев, 2000. - 494.
6. Борис Константинович Вайнштейн : Кристаллография и жизнь / отв. ред. М. В. Ковальчук, 2012. - 375.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
3. Microsoft Windows Seven Professional [1x500] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x500])_поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска пластиковая
2. Доска пластиковая
3. Мультиим. проектор Acer P1166
4. Дополнит.запчасть к проектору 01365748