

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан геологического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
чл.-корр. РАН Еремин Н.Н.



«25» сентября 2025г.

ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ (ФОС)
для оценивания результатов обучения
по дисциплине (модулю):

Вар Кристаллография

Направление подготовки/ специальность:
05.03.01 Геология

Профиль программы бакалавриата:
Геохимия

Форма обучения:
Очная

Москва 2025

Фонд оценочных средств по дисциплине «**Кристаллография**» разработан на основе ОС по специальности/направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденного приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции)

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Требования к результатам освоения дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций		
				Знать	Уметь	Владеть
1	ОПК-1.Б.	Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач.	ОПК-1.Б. (И)-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и естественных наук в профессиональной деятельности ОПК-1.Б. (И)-2. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности	геометрические основы кристаллографии и кристаллохимии, основные законы геометрической кристаллографии и, основы сферической тригонометрии, названия всех простых форм кристаллов, названия всех 32 классов симметрии, их обозначения в символиках Браве, Шенфлиса и международной	теоремам и взаимодействиям элементов симметрии, методами гониометрии, навыками диагностики кристаллов по морфометрическим данным	
2	Б.ОПК-3.	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности и в соответствии с	Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые подходы и методы при решении задач профессиональной деятельности.		давать полное развернутое описание кристаллического и некристаллического многогранника,	навыками кристаллохимического анализа по геометрическим структурным данным

		профилем подготовки.	Б.ОПК-3. И-2. Владеет базовыми навыками получения информации (полевой, камеральной, лабораторной) для решения стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки. Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.		размножать грани, заданными элементами симметрии, вывести класс по заданным элементам симметрии, строить стереографические проекции 32-х классов симметрии, определять символы граней простых форм, анализировать по сетке Вульфа гониометрические данные, давать полное описание кристаллической структуры по ее модели или чертежу	
--	--	----------------------	---	--	---	--

Оценочные средства для текущего контроля и самостоятельной работы

2. Текущий контроль

2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных домашних работ. Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы контрольных работ:

Контрольная работа №1 - письменная работа по теме “Симметрия и морфология кристаллов” включает в себя тест на определение и полное описание симметрии кристаллических многогранников, решение графических и расчетных задач.

Контрольная работа №2 - письменная работа по теме “Геометрическая макро- и микро-кристаллография” включает в себя тест на определение и анализ симметрии пространственных групп, решение графических и расчетных задач.

Контрольная работа №3 - письменная работа по теме “Геометрические основы кристаллохимии”- включает в себя тест на описание моделей кристаллических структур минералов, решение графических и расчетных кристаллохимических задач.

Зачет - после 1-го семестра

Экзамен – после 2-го семестра

2.2 Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов

Геометрическое описание кристалла:

Определение симметрии кристалла – категории, сингонии, запись классасимметрии по Браве, по Шенфлису, по международной символической системе (Германа-Могена);

Вычерчивание стереографической проекции класса симметрии;

Выбор координатной системы (обозначение на графике направление координатных осей X, Y и Z);

Построение гномостереографической проекции граней кристалла;

Характеристика простых форм кристалла: a - количество граней, b - частная или общая простая форма, c - закрытая или открытая простая форма, d - символы грани каждой простой формы, e - название простой формы;

Название класса симметрии (по общей простой форме);

Определение облика и габитуса кристалла.

Геометрическое описание кристаллической структуры:

Выделить в структуре ячейку Браве;

Определить тип решетки Браве. Записать ее константы;

Сосчитать сколько атомов различных типов приходится на одну ячейку Браве;

Определить (или подтвердить) тип формулы соединения;

Рассчитать число формульных единиц (Z);

Определить координационные числа (КЧ) атомов каждого сорта;

Назвать координационный многогранник (КМ);

Проверить формулу соединения по взаимной координации атомов;

Дать словесное описание структуры; если возможно, то описание дать в терминах плотнейших упаковок (указать слойность упаковки и мотив заполнения в ней тех или иных пустот);

Выделив координационные многогранники вокруг атомов, указать характер их сочленения;

По приведенному описанию нарисовать кристаллическую структуру в плане, выделив контуры элементарной ячейки и обозначив высоты (координаты z) атомов.

Рекомендуемый набор кристаллических структур:

Cu (Au, Ag, Pt), Mg, α -, β -, γ -Fe, C (α -, β -графит), BN (борнитрид), C (алмаз, лонсдейлит), модификации ZnS (сфалерит, вюрцит) и C (карборунд), CsCl, NaCl (галит) = MgO (периклаз) = PbS (галенит), NiAs (никелин) = FeS (пирротин), CaF₂ (флюорит) = Li₂O, модификации TiO₂ (рутил, брукит, анатаз), модификации CaCO₃ (кальцит, арагонит), FeS₂ (марказит, пирит), MoS₂ (молибденит), CO₂, модификации CdI₂ = Mg(OH)₂ (брусит), Cu₂O (куприт), CaTiO₃ (перовскит), Al₂O₃ (корунд) = Fe₂O₃ (гематит) = Cr₂O₃ (эсколаит), MgAl₂O₄ (шпинель).

Силикаты: оливин, гранат, циркон, топаз, каламин, бенитоит, берилл, диоптаз, турмалин, диопсид, волластонит, тремолит, каолинит, серпентин, пиррофиллит, тальк, мусковит, биотит, модификации SiO₂ (α -, β -кварц, тридимит, кристобалит, коэсит, стишовит), ортоклаз, альбит.

2.3 Типовые домашние задания:

Размножить заданную грань указанными элементами симметрии. Отметить какие из полученных граней будут правыми (П), а какие – левыми (Л).

Показать на графике, какой результирующий элемент симметрии возникнет при взаимодействии указанных на проекции элементов симметрии.

Какими классами симметрии можно описать расположение граней, принадлежащих одной простой форме и представленных на проекции? Какая это простая форма – открытая или закрытая? Нанести элементы симметрии одного из классов на проекцию.

Построить стереографическую проекцию класса $L2PC$. Дать его обозначения в международной символике и символике Шенфлиса. Выбрать и обозначить координатные оси. Нанести на проекцию грань общего положения и дать характеристику полученной простой формы.

Записать в учебной символике Браве и Шенфлиса классы симметрии 23 и 32 . К каким сингониям они относятся?

Расшифровать символы Шенфлиса $D2h$ и $D2d$ и записать указанные классы симметрии в международной символике и символике Браве. К какой категории относятся эти классы?

Какой класс симметрии возникнет, если к классу 622 добавить центр инверсии $-I$? Записать ход вывода и привести проекцию полученного класса.

С помощью сетки Вульфа измерить угловые расстояния между следующими точками:

2). Пользуясь методом развития зон, нанести грани со следующими символами: A - (100), B - (110), C - (321), D - (123), E - (001), размножить их элементами симметрии класса 2 и дать названия полученным простым формам, предварительно обозначив направления координатных осей.

Определить символ ребра по которому пересекаются грани (100) и (111). Изобразить на чертеже гномостереографические проекции этих граней, а также стереографическую и гномостереографическую проекцию этого ребра.

Проанализировать гониометрические данные. По сферическим координатам граней используя сетку Вульфа определить класс симметрии. Сгруппировать грани по простым формам и дать им названия. Построить стереограмму кристалла, предварительно нанеся элементы симметрии.

Используя символику Полинга расшифровать классическую последовательность слоев...ABABCB...CB...

Определить тип решетки Браве по изображенной проекции, учитывая приведенные соотношения параметров a , b и c .

По словесному описанию структуры нарисовать ее в плане и дать полную характеристику. Назвать структурный тип.

Нарисовать график пространственной группы Pbn ?. Дать характеристику всем правильным системам точек этой группы.

Построить по структурным данным на миллиметровке чертеж структуры (элементарная ячейка и краевые связи). Определить формулу соединения. Выделить структурные полиэдры, определить характер их соединения. Сделать вывод о типе катиона и аниона.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень контрольных вопросов

История развития кристаллографических наук.

Первые кристаллографические законы.

Три этапа развития кристаллографии.

Основные разделы современной кристаллографии.

Связь кристаллографии с родственными дисциплинами

Симметрия, симметричная фигура, операция симметрии, элемент симметрии.

Конгруэнтное и энантиоморфное равенство. Элементы симметрии, связывающие конгруэнтно равные и энантиоморфно равные фигуры.

Элементы симметрии первого рода – поворотные оси симметрии. Их характеристики. Элементы симметрии второго рода – зеркальная плоскость, центр симметрии.

Основной закон симметрии кристаллов и его доказательство.

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

Сферическое, стереографическое и гномостереографическое проецирование кристаллов. Особенности каждого из них. Сферические координаты. Их использование при проецировании кристаллов.

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

Взаимосвязь стереографических и гномостереографических проекций граней и ребер кристаллов. Понятие «зона». Использование зон при проецировании кристаллов.

Осевая теорема Эйлера. Ее частные случаи. Доказательства.

Модельный способ представления симметрических операций

Матричный способ представления симметрических операций

Координатный способ представления симметрических операций

Основные положения теории групп применительно к кристаллографии. Использование квадрата Кейли для определения порядка групп. Примеры.

Осевая теорема Эйлера и ее решение с использованием основ сферической тригонометрии. Основы сферической тригонометрии.

Основные условия существования сферических треугольников при выводе классов симметрии.

Частные случаи теоремы Эйлера

Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при выводе и вычерчивании графиков классов симметрии с единичными особыми направлениями

Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при выводе и вычерчивании графиков кубических классов симметрии.

Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при расшифровке символов Шенфлиса.

Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при построении международных символов классов симметрии.

Кристаллографические координатные системы, их характеристики и использование при разбиении классов симметрии на категории и сингонии.

Суть закона Гаюи – закона рациональности отношений параметров граней, и его использование при определении символов граней кристаллов.

Индексы Вейса и индексы Миллера, их взаимосвязь

Уравнение Вейса, связывающее символы граней и ребер кристаллов. Основные следствия из этого уравнения. Их использование при определении символов граней и ребер кристаллов.

Понятия «единичная» и «двуединичная» грани. Их использование при определении символов граней в кристаллах разных категорий.

Закон поясов Вейса. Графический метод определения символов граней кристаллов – метод развития зон.

Связь гномостереографических проекций граней и ребер кристаллов, используемая в методе зон.

Особенности индирования граней в случае отсутствия единичной грани в кристаллах разных категорий. Примеры

Простые формы кристаллов, их характеристики.

Понятия «облик» и «габитус» кристалла.

Простые формы n-гонально-скаленоэдрических классов.

Простые формы n-гонально-трапецоэдрических классов

Простые формы в кристаллах осевых классов низшей категории.

Простые формы в кристаллах ди-n-гонально-бипирамидальных классов симметрии. Показать положения граней этих форм на проекциях.

Простые формы в кристаллах кубической сингонии.

Вывод простых форм на основе граней гексаэдра в разных классах кубической сингонии.

Вывод простых форм кристаллов на основе граней октаэдра в разных классах

кубической сингонии.

Вывод простых форм на основе граней тетраэдра в разных классах кубической сингонии.

Вывод простых форм в конечных фигурах икосаэдрической симметрии.

Понятие «пространственная решетка», как элемента симметрии

Элементарная ячейка и основная ячейка, их отличия.

Вывод 14 типов ячеек Браве.

Трансляционные элементы симметрии.

Взаимодействие трансляционных и нетрансляционных элементов симметрии

Взаимодействие трансляционных элементов симметрии между собой

Принципы вычерчивания графиков пространственных групп симметрии типа $Pmm2$

Принципы вычерчивания графиков пространственных групп симметрии типа $Pmmm$

Правильные системы точек и их характеристики

Правильные системы точек и позиции Уайкоффа. Их отличия.

Интернациональные кристаллографические таблицы. Информация, получаемая из них.

Координационные числа и координационные многогранники, число формульных единиц.

Словесное описание кристаллической структуры.

Плотнейшие шаровые упаковки в кристаллах. Их типы и характеристики. Примеры структур.

Пустоты в плотнейших упаковках. Их количество расположение в разных упаковках. Их роль в разнообразии кристаллических структур.

Кристаллические структуры, построенные на основе двухслойной плотнейшей упаковки.

Кристаллические структуры, построенные на основе трехслойной плотнейшей упаковки.

Структуры кристаллов с формулами типа AX , построенные на основе плотнейшей упаковки и без нее. Примеры.

Структуры кристаллов с формулами типа AX_2 , построенные на основе плотнейшей упаковки и без нее. Примеры.

Полиэдрический метод изображения кристаллических структур, построенных на основе плотнейших упаковок и без них.

Использование обозначения Полинга при описании плотнейших упаковок.

Структуры SiC и CdI_2 . Явление политипии.

$NaCl$ -подобные структуры. Примеры.

Структуры полиморфных модификаций углерода.

Фуллерены, их геометрические особенности.

Классификация кристаллических структур на основе локализованных в них химических связей. Типы химических связей.

Классификация кристаллических структур на геометрической основе Геометрический характер структур.

Относительные размеры атомов в кристаллах

Понятие изоструктурности и антиизоструктурности. Примеры

Понятие изотипности и гетеротипности. Примеры.

Морфотропные ряды. Примеры.

Теория симметрии в эволюции Мира.

Диссимметризация минерального вещества в процессе эволюции.

Правизна и левизна в минеральном виде.

Кристаллическое вещество. Основные характеристики, отличающие его от аморфных тел. Кристалл, как выпуклый многогранник.

Квазикристалл. Его геометрические особенности. Отличия от кристаллов и аморфных тел.

Факторы, влияющие на зарождение кристаллов.

Основы теории роста кристаллов. Молекулярно-кинетическая теория роста кристаллов. Особенности роста атомно-гладких и атомно-шероховатых граней кристалла. Спиральный рост кристаллов.

Методы искусственного получения кристаллов, как имитация природных кристаллообразующих процессов.

Зоны и пирамиды роста, газово-жидкие включения как типоморфные признаки кристаллов.

Штриховка, фигуры растворения – признаки, отражающие симметрию граней кристаллов. Их связь с воздействиями внешней среды.

Формы роста кристаллов: скелетные, дендритные, нитевидные, радиально-лучистые.

Факторы, влияющие на внешний облик кристаллов. Ретикулярная плотность граней и ее влияние на их скорости роста. Закон Браве.

Правило Кюри – Вульфа и ее связь с равновесной огранкой кристалла.

Дефекты в кристаллах. Их влияние на рост граней и физические свойства кристаллов. Зависимость дефектов от температуры. Классификация дефектов.

Сростки кристаллов: закономерные и закономерные. Геометрический отбор. Эпитаксиальные и двойниковые срастания.

Двойники кристаллов. Их особенности. Использование групп антисимметрии для описания двойников.

Плотность как пример скалярного свойства. Связь со структурой кристаллов.

Связь симметрии кристалла и симметрии среды. Принцип Кюри.

Симметрия и анизотропия физических свойств кристаллов. Предельные группы симметрии. Принципы Нейманна, Фойгта, Кюри.

Скалярные, векторные и тензорные физические свойства. Их характеристики.

Механические свойства: твердость, спайность, деформации. Их характеристики и связь с кристаллическими структурами. Зависимость этих свойств от типов химических связей, реализованных в кристаллах.

Упругие свойства. Тензор упругости. Модуль сжатия и модуль сдвига, как скалярное усреднение тензора упругости.

Связь упругих свойств с акустическими колебаниями

Оптические свойства, их связь с симметрией кристаллов. Понятия «показатель преломления», «двулучепреломление», «оптическая индикатриса». Главные оптические константы кристаллов.

Тензор диэлектрических констант и его связь с показателями преломления

Пьезоэффект. Его связь с симметрией кристаллов.

Пироэффект. Его связь с симметрией кристаллов.

Магнитные свойства кристаллов.

Рентгеновские методы исследования вещества. Характеристика рентгеновских лучей. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Условия Лауэ.

Формула Брэгга-Вульфа и ее использование в рентгенографии.

Спектроскопические методы исследования кристаллов.

Правила зачетной аттестации по курсу Кристаллография. Осенний семестр

	Общее количество	Балл за одно задание	Максимальное количество баллов	Минимальное количество баллов
Домашние работы	12	2 балла	24	14
Контрольное описание кристаллического многогранника	1	4 баллов	4	2
Контрольные работы	2	20 баллов	40	22 (11+11)
Атлас структур	1	12 баллов	12	7
Экзамен (устный)	1	20 баллов	20	11
ИТОГО			100 баллов	56

Если по какому-либо разделу работ набрано менее минимального количества баллов итоговая положительная оценка выставлена быть не может.

Критерии оценки домашней работы

	Промежуточная оценка 5 баллов	Максимальный нормированный балл
Общее задание	1	2
Индивидуальное задание	1	
Индивидуальное задание по моделям крист.	3	

многогранников	
----------------	--

Домашние работы сдаются на следующем семинаре. Работы, сданные с опозданием без уважительной причины, оцениваются из расчета 50 %. (1 балл за безошибочную работу в рейтинг вместо 2 баллов). Работы, задержанные более чем на неделю от установленного срока, на проверку не принимаются. Решение о допуске к контрольной работе студентов, не набравших по домашним работам минимальной суммы, принимается в индивидуальном порядке

Критерии оценки индивидуального задания по моделям кристаллических многогранников

		Промежуточная оценка 5 баллов	Максимальный нормированный балл
Симметрия		50%	1
Зоны		10%	
Простые формы	Выделение	20%	
	Характеристики	20%	

Написанная менее чем на 11 баллов контрольная нуждается в переписывании. Также, если описанный менее чем на 2 балла контрольный кристалл переписывается

Критерии оценки описания кристаллических структур в атласе

Оценка каждой структуры	Промежуточная оценка 5 баллов
Правильность характеристик	30%
Схематическое изображение	20%
Словесное описание	20%
Дополнительный вопрос	30%

Итоговая сумма по всем структурам нормируется на 12 баллов в рейтинг

*Каждый атлас сдается студентом лично и единожды, целиком, а не частями! Если каких-либо структур нет в атласе, за них выставляется 0 баллов. Досдача или пересдача структур не производится

Набравшие более 70 баллов получают автоматически 20 баллов за зачет, что означает – «отлично» без сдачи экзамена. Автоматическое получение итоговой оценки «хорошо» и «удовлетворительно» не предусмотрено

Набравшие менее 70 баллов сдают устный экзамен (зачет). Все баллы (домашние, тесты, экзамен) суммируются. Оценка выставляется в соответствии с набранными баллами:

Сумма баллов	< 56 баллов	56-<71 баллов	71-<86 баллов	86-100 баллов
Оценка	неудовлетворитель но	удовлетворитель но	хорошо	Отлично
	«2»	«3»	«4»	«5»

Осенний семестр: зачет состоит из 4 вопросов.

Ориентировочная оценка вопросов

		Вес вопроса
1	Теоретический вопрос по макросимметрии	30%
2	Теоретический вопрос по микросимметрии	25%
3	Общий вопрос по теоретическим лекциям	20%
4	Практическое задание	25%

Максимальная сумма баллов за ответ на зачете 20 баллов.

При любой набранной сумме общей сумме баллов, если на зачете набрано менее 11 баллов -оценка «незачет».

Сумма баллов за осенний семестр является стартовой в весеннем семестре и входит составной частью в итоговой рейтинге по дисциплине.

Правила экзаменационной аттестации по курсу Кристаллография. Весенний семестр

	Общее количество	Балл за одно задание	Максималь ное количество баллов	Минималь ное количество баллов
Домашние работы	8	2 балла	16	9
Контрольные работы	1	20 баллов	20	11
Атлас структур	1	14 баллов	14	8
Экзамен (устный)	1	20 баллов	20	11
ИТОГО			70 баллов	39

Если по какому-либо разделу работ набрано менее минимального количества баллов итоговая положительная оценка выставлена быть не может.

Критерии оценки домашней работы

	Промежуточная оценка 5 баллов	Максимальный нормированный балл
Общее задание	1	2
Индивидуальное задание	4	

Домашние работы сдаются на следующем семинаре. Работы, сданные с опозданием без уважительной причины, оцениваются из расчета 50 %. (1 балл за безошибочную работу в рейтинг вместо 2 баллов). Работы, задержанные более чем на неделю от установленного срока, на проверку не принимаются. Решение о допуске к контрольной работе студентов, не набравших по домашним работам минимальной суммы, принимается в индивидуальном порядке

Написанная менее чем на 11 баллов контрольная нуждается в переписывании.

Критерии оценки описания кристаллических структур в атласе

Оценка каждой структуры	Промежуточная оценка 5 баллов
Правильность характеристик	30%
Схематическое изображение	20%
Словесное описание	20%
Дополнительный вопрос	30%

Итоговая сумма по всем структурам нормируется на 14 баллов в рейтинг

*Каждый атлас сдается студентом лично и единожды, целиком, а не частями! Если каких-либо структур нет в атласе, за них выставляется 0 баллов. Досдача или пересдача структур не производится

Набравшие 131 и более баллов получают автоматически 20 баллов за экзамен, что означает –

«отлично» без сдачи экзамена. Автоматическое получение итоговой оценки «хорошо» и «удовлетворительно» не предусмотрено

Набравшие менее 131 балла сдают устный экзамен. Все баллы (домашние, тесты, экзамен) суммируются. Оценка выставляется в соответствии с набранными баллами:

Общая таблица баллов (осенний + весенний семестр)

Сумма баллов общая	<95 баллов	95- баллов	<119	119- балла	<146	146-170 баллов
Оценка	неудовлетворительно	удовлетворительно		хорошо		отлично

	«2»	«3»	«4»	«5»
--	-----	-----	-----	-----

Весенний семестр: экзамен состоит из 3 вопросов.

Ориентировочная оценка вопросов

		Вес вопроса
1	Теоретический вопрос по микросимметрии	40%
2	Общий вопрос по теоретическим лекциям	30%
3	Практическое задание	30%

Максимальная сумма баллов за ответ на экзамене 20 баллов.

При любой набранной сумме общей сумме баллов, если на устном экзамене менее 11 баллов оценка неудовлетворительная

В случае неудовлетворительной оценке на экзамене при пересдаче рейтинг не учитывается

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: геометрические основы кристаллографии и кристаллохимии, основные законы геометрической кристаллографии, основы сферической тригонометрии, названия всех простых форм кристаллов, названия всех 32 классов симметрии, их обозначения в символиках Браве, Шенфлиса и международной	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

Умения: давать полное развернутое описание кристаллического и некристаллического многогранника, размножать грани, заданными элементами симметрии, вывести класс по заданным элементам симметрии, строить стереографические проекции 32-х классов симметрии, определять символы граней простых форм, анализировать по сетке Вульфа гониометрические данные, давать полное описание кристаллической структуры по ее модели или чертежу;	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, студент допускает неточности не принципиально го характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение проводить анализ симметрии
Владения: теоремами взаимодействия элементов симметрии, методами гониометрии, навыками диагностики кристаллов по морфометрическим данным, навыками кристаллохимического анализа по геометрическим структурным данным	Навыки отсутствуют	Фрагментарное владение методами, наличие отдельных навыков	В целом, навыки диагностики кристаллов по морфометрическим данным, кристаллохимического анализа по геометрическим структурным данным сформированы	теоремами взаимодействия элементов симметрии, методами гониометрии, навыками диагностики кристаллов по морфометрическим данным, навыками кристаллохимического анализа по геометрическим структурным данным

Автор программы чл.-корр. РАН Н.Н. Еремин