

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО  
Директор института  
магистратуры  
  
Яроленко И.В.  
« 21 » апреля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
Уваров В.А.  
« 29 » апреля 2021 г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Минералогия сырьевых материалов**

Направление подготовки:

**28.04.03 Наноматериалы**

Профиль программы:

**Наноструктурированные композиты  
строительного и специального назначения**

Квалификация

**магистр**

Форма обучения

**очная**

**Институт: инженерно-строительный**

**Кафедра материаловедения и технологии материалов**

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 966 от 22 сентября 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доц.



(Н.И. Кожухова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апреля 2021 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.



(В.В. Строкова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.



(В.В. Строкова)

« 12 » апреля 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 29 » апреля 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доц.



(А.Ю. Феоктистов)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-1 Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами	ПК-1.1 Руководит испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	<p><b>Знать:</b> принципы организации руководства при испытании строительных композитов</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять организационно методическое руководство испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками руководства за испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения</p>
		ПК-1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<p><b>Знать:</b> особенности организации разработки и оптимизации составов строительных материалов</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать и оптимизировать составы строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p><b>Владеть:</b> практически навыками разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>

		ПК-1.4 Организует научно исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<p><b>Знать:</b> принципы организации научно исследовательской работы по разработке новых строительных материалов</p> <p><b>Уметь:</b> организовать научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов</p> <p><b>Владеть:</b> практически всеми навыками по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>
		ПК-1.5 Осуществляет метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний нано структурированных композитов строительного и специального назначения	<p><b>Знать:</b> критерии метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1** Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методы и средства измерений, контроля и испытаний наноструктурированных композиционных материалов
2	Системная методология проектирования материалов
3	Современные модификаторы композитов различного назначения и состава
4	Защита интеллектуальной собственности и коммерциализация разработок
5	Минералогия сырьевых материалов
6	Основы минералогии и кристаллографии
7	Организация производства и управление предприятием
8	Менеджмент предприятий строительной отрасли
9	Активационные процессы при синтезе композитов
10	Структурообразование композитов с использованием наносистем
11	Учебная ознакомительная практика
12	Производственная научно-исследовательская работа
13	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
14	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки – 4 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т. ч.:</b>	53	53
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	91	91
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	3	3
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	88	88
Экзамен		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1.	Основные понятия о кристаллах.	3	23	3	11
	Предмет кристаллографии, ее место среди других естественных наук, связь с ними. Сущность понятий “симметрия”, “кристалл”. Основные характеристики кристаллического вещества: однородность, анизотропия, способность самоограничиваться, симметрия.				
2.	Структура кристаллов и пространственная решётка.	3	3	3	16
	Элементарная ячейка, её выбор, метрика. Кристаллическая структура материалов. Ретикулярная плотность сетки. Кристаллографические символы узлов, плоскостей и направлений в кристаллической решетке.				
3	Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений.	2	2	2	8
	Связь между символами плоскостей и направлений в кристаллах кубической сингонии. Кристаллографическая символика в гексагональной сингонии.				
4	Элементы симметрии конечных фигур.	2	2	2	13
	Понятие о симметрии. Центр инверсии. Плоскости симметрии. Оси симметрии: простые поворотные и инверсионные. Обозначение элементов симметрии многогранников по Браве. Осевая теорема Эйлера. Теоремы сложения элементов симметрии. Точечные группы симметрии кристаллических многогранников.				
5.	Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции.	3	3	3	23

	Соотношение между периодами и осевыми углами в кристаллах разных сингоний. Правила кристаллографической установки кристаллов для различных сингоний. Кристаллографические проекции. Прямой комплекс, обратный комплекс. Сферическая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция.				
6	Простые формы кристаллических многогранников.	2	2	2	10
	Определение простой формы кристаллического многогранника. Простые формы частных и общих положений. Принцип вывода простых форм. 47 простых форм кристаллических многогранников. Простые формы низшей, средней и высшей категорий.				
7	Симметрия структуры кристаллических веществ.	2	2	2	10
	Классы симметрии. Формула симметрии. Виды симметрии кристаллов, обладающих единичным направлением. Элементы симметрии бесконечных фигур. Винтовые оси симметрии. Плоскости скользящего отражения. Решётки Бравэ. Условия выбора ячеек Бравэ. Характеристика решёток Бравэ. Трансляционная группа, базис ячейки. Примеры выбора элементарной ячейки Бравэ.				
	<b>ВСЕГО</b>	17	17	17	91

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №1				
1.	Раздел 1. Основные понятия о кристаллах	Закрепление понятий «симметрия», «кристалл», «однородность», «анизотропия», «способность самоограничиться».	3	4
2.	Раздел 2 Структура кристаллов и пространственная решётка	Решение задач на выбор элементарной ячейки – элементарного параллелепипеда повторяемости в различных 2D решетках. Определение ретикулярная плотности 2D-сетки. Решение задач на определение кристаллографических символов узлов, плоскостей и направлений в 2D- и 3D-решетке.	3	8

3.	Раздел 3. Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений.	Связь между символами плоскостей и направлений в кристаллах кубической сингонии. Кристаллографическая символика в гексагональной сингонии.	2	4
4.	Раздел 4. Элементы симметрии конечных фигур	Определение элементов симметрии примитивных геометрических полиэдров. Написание формулы симметрии полиэдра в символах Браве. Решение задач с использованием теорем взаимодействия элементов симметрии.	2	4
5.	Раздел 5. Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции	Соотношение между периодами и осевыми углами в кристаллах разных сингоний. Правила кристаллографической установки кристаллов для различных сингоний. Кристаллографические проекции. Прямой комплекс, обратный комплекс. Сферическая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция.	3	6
6.	Раздел 6. Простые формы кристаллических многогранников	Определение простой формы кристаллического многогранника. Простые формы частных и общих положений. Принцип вывода простых форм. 47 простых форм кристаллических многогранников. Простые формы низшей, средней и высшей категорий.	2	4
7.	Раздел 7. Симметрия структуры кристаллических веществ.	Классы симметрии. Формула симметрии. Виды симметрии кристаллов, обладающих единичным направлением. Элементы симметрии бесконечных фигур. Винтовые оси симметрии. Плоскости скользящего отражения. Решётки Браве. Условия выбора ячеек Браве. Характеристика решёток Браве. Трансляционная группа, базис ячейки. Примеры выбора элементарной ячейки Браве.	2	4
ИТОГО:			17	34

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во лабор. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Семестр №3				
1	Раздел 1. Основные понятия о кристаллах	Методы проектирования кристаллического многогранника на 3D- и 2D проекции. Принцип построения стереографической проекции кристаллического полиэдра. Сетка Вульфа. Методика построения гномостереографической проекции полярного комплекса полиэдра по заданным сферическим координатам граней. Повороты гномостереографической проекции вокруг осей перпендикулярной плоскости проекции и параллельных ей. Приведение гномостереографической проекции к новому полюсу	3	7
2	Раздел 2. Структура кристаллов и пространственная решётка	Индицирование гномостереографических проекций граней кристаллического полиэдра.	3	7
3	Раздел 3. Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений. Раздел 4. Элементы симметрии конечных фигур Раздел 7. Симметрия структуры кристаллических веществ	Знакомство с интерфейсом программы WinXMorph ( <a href="http://Wintensor.com">http://Wintensor.com</a> ). Построение 3D-изображений кристаллических полиэдров по заданному классу симметрии, осевым отношениям и индексам Миллера простых форм. Визуальное индицирование простых форм в их комбинациях по изображению кристалла.	6	10
4	Раздел 5. Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции Раздел 6. Простые формы кристаллических многогранников.	Знакомство с программой визуализации кристаллической структуры IsoCryst программного комплекса для многоцелевого кристаллохимического анализа TOPOS ( <a href="http://www.topos.samsu.ru">http://www.topos.samsu.ru</a> ). Определение в кристаллических структурах $\alpha$ - и $\beta$ -кварца винтовых осей симметрии.	5	10
ИТОГО:			17	34

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения индивидуального домашнего задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Темы индивидуальных домашних заданий выдаются студентам в частном порядке в соответствии с темой научного исследования. Примерный перечень представлен в п. 5.3.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-1** Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Руководит испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Индивидуальное домашнее задание, собеседование, зачет
ПК-1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Индивидуальное домашнее задание, тестовый контроль, решение практических задач, зачет
ПК-1.4 Организует научно исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Тестовый контроль, решение практических задач, зачет
ПК-1.5 Осуществляет метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Собеседование, тестовый контроль, зачет

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета / зачета

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **зачета**.

Зачет проводится в форме собеседования по контрольным вопросам. Вопросы охватывают весь пройденный материал.

**Компетенция ПК-1** Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами

#### *Перечень вопросов для подготовки к зачету*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Раздел 1. Основные понятия о кристаллах	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Дать определение кристаллического вещества.</li><li>2. Дать определение кристаллической решетки.</li><li>3. Дать определение кристаллической структуры.</li><li>4. Перечислить основные свойства кристаллических тел и объяснить, на чем они основаны.</li><li>5. Объяснить, почему аморфные вещества рассматривают как переохлажденные жидкости.</li><li>6. Перечислить основные свойства кристаллических тел, связанные с их строением, и дать их определения.</li><li>7. Дать определение закона постоянства граничных углов.</li><li>8. Объяснить, что такое ретикулярная плотность.</li><li>9. Как отличаются по строению кристаллическое вещество от некристаллического.</li><li>10. Объяснить, что такое «ряд» в кристаллической «решетке».</li></ol>

2.	<p style="text-align: center;">Раздел 2 Структура кристаллов и пространственная решётка</p>	<p>11. Сформулировать понятие “ряда” в кристаллической решетке.  12. Объяснить, какую величину принимают за параметр ряда (или элементарную трансляцию).  13. Дать определение понятия «элементарная ячейка».  14. Что называют “метрикой” кристаллической решетки.  15. Объяснить, почему по “метрике” можно идентифицировать вещество.  16. Изобразить элементарный параллелепипед и указать стандартные обозначения осей координат, элементарных углов и элементарных трансляций.  17. Дать определение символа узла.  18. Дать определение символа плоскости, индекса плоскости.  19. Объяснить, что такое структурно-эквивалентные плоскости, как записать их символы в кубической ячейке.  20. Какие плоскости входят в семейство структурно эквивалентных плоскостей (как различаются их индексы) в кубической ячейке?  21. Дать определение символа направления, его записи.</p>
3	<p style="text-align: center;">Раздел 3. Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений</p>	<p>22. Указать, какие направления входят в семейство структурно-эквивалентных направлений (как различаются, их индексы для кубической ячейки).  23. Объяснить, почему в гексагональной сингонии используют 4-х индексную систему.  24. Какие индексы можно менять в семействе структурно-эквивалентных плоскостей в гексагональной ячейке?  25. Объяснить, почему третий по порядку индекс плоскости (направления) в гексагональной ячейке можно не указывать.  26. Как можно определить третий индекс плоскости, зная два первых индекса в гексагональной ячейке?  27. Изобразить гексагональную ячейку, обозначить кристаллографические оси, элементарные углы, элементарные трансляции.  27. Как раскрывают детерминанты уравнения для того, чтобы определить индексы направления по которому пересекаются плоскости с известными индексами?  28. Как раскрывают детерминанты уравнения для того, чтобы определить индексы плоскости, заключенной между двумя направлениями с известными индексами?  29. Дать определение оси зоны.  30. Какие грани кристаллического многогранника образуют пояс (или зону).  31. Объяснить запись: <math>[110]</math>, <math>\langle 110 \rangle</math>.  32. Объяснить запись <math>(110)</math>, <math>\{110\}</math>.</p>

4	<p>Раздел 4. Элементы симметрии конечных фигур</p>	<p>33. Что называют элементами симметрии?  34. Объяснить, что такое симметрия.  35. Перечислить элементы симметрии кристаллических многогранников.  36. Дать определение центра инверсии.  37. Дать определение оси симметрии.  38. Дать определение плоскости симметрии.  39. Что такое инверсионная ось симметрии.  40. Почему поворотное действие инверсионно поворотной оси 4-го порядка эквивалентно поворотному действию оси 2-го порядка?</p>
5	<p>Раздел 5. Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции</p>	<p>41. Дать определение прямого кристаллического комплекса.  42. Что такое обратный (полярный) кристаллический комплекс?  43. Какими сферическими координатами характеризуют положение точки на поверхности сферы и как их определяют?  44. Перечислить положительные и отрицательные моменты при применении сферической проекции.  45. Какие комплексы изображения кристалла применяют в сферической проекции?  46. Что является плоскостью стереографической проекции?  47. Проиллюстрировать на любом примере принцип построения стереографической проекции направления.  48. Проиллюстрировать на любом примере принцип построения стереографической проекции плоскости.  49. Какой кристаллический комплекс используют для построения стереографической проекции?  50. Что является стереографической проекцией направления?  51. Что является стереографической проекцией плоскости?  52. Какой кристаллический комплекс используют в гномостереографической проекции?  53. Принцип построения гномостереографической проекции плоскости.  54. Принцип построения гномостереографической проекции направления.  55. Что является плоскостью гномостереографической проекции?</p>
6	<p>Раздел 6. Простые формы кристаллических многогранников</p>	<p>56. Дать определение простой формы кристаллического многогранника.  57. Перечислить открытые простые формы низшей категории.  58. Какие простые формы низшей категории замыкают пространство?  59. В каких точечных группах симметрии возможен тетраэдр?  60. Принцип формирования названий простых форм кубической сингонии.  61. Вывести простые формы в классе <math>mmm</math>.  62. Вывести простые формы в классе <math>mm2</math>.  63. Вывести простые формы в классе <math>4/mmm</math>.  64. Вывести простые формы в классе <math>32</math>.  65. Вывести простые формы в классе <math>23</math>.</p>

7	Раздел 7. Симметрия структуры кристаллических веществ	66. Что такое кристаллографические категории? 67. Что такое сингония? 68. Как различают сингонии? 69. На какие категории разделяют кристаллические многогранники? 70. Что такое кристаллографическая формула кристаллического многогранника? 71. Как записывают кристаллографическую формулу по элементам симметрии. 72. Что такое класс симметрии кристаллических многогранников? 73. Каких порядков бывают оси симметрии и каким углом поворота они соответствуют? 74. Почему не существует осей симметрии 5-го порядка и выше шестого. 75. Указать возможное число существующих осей симметрии в конечной фигуре. 76. Какую фигуру называют конечной. 77. Указать каким элементам симметрии равносильны инверсионные оси порядков 1, 2, 3, 4, 6. 78. Как обозначают элементы симметрии конечных фигур на плоскости стереографической проекции? 79. Что такое теоремы сложения элементов симметрии и для чего их применяют? 80. Какое направление называют единичным? 81. Дать определение симметрично-равного направления
---	--	---

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра на практических (семинарских) занятиях в форме собеседования, выполнения различных заданий в форме индивидуальных домашних заданий, предлагаемых преподавателем, представления доклада-презентации.

#### **Индивидуальные домашние задания.**

Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) это самостоятельная работа студента, которая выполняется по заданию преподавателя. Она предполагает создание краткого научно-исторического обзора с целью показать способность использовать полученные в курсе дисциплины знания, умение работать с литературой. Студент должен кратко и четко изложить в пояснительной записке полученные результаты, а также выполнить задание, которое выдается преподавателем (пример ИДЗ представлен ниже).

Расчетно-пояснительная записка по ИДЗ должна включать:

- титульный лист,
- задание на ИДЗ,
- основной раздел,
- заключение (выводы),
- список использованной литературы.
- приложения (при необходимости).

Перечень конкретных вопросов, которые должны быть отражены в основном разделе

ИДЗ, определяется преподавателем. Изложение материала основного раздела должно быть достаточно детальным, чтобы была возможность провести проверку результатов.

Заключение по работе должно содержать перечень и оценку результатов выполнения работы и степени их соответствия требованиям задания. В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый, по мнению автора, для лучшего понимания изложенного материала, который, однако, загромождает текст основного раздела. Например, вывод используемого в ИДЗ графического иллюстративного материала и т.п.

Общий рекомендуемый объем расчетно-пояснительной записки по ИДЗ с приложениями составляет 10–15 страниц.

#### **Пример ИДЗ:**

*Используя научную литературу, дать краткое описание растровой электронной микроскопии и особенностей применения данного аналитического метода для изучения характеристик наноразмерного сырья и материалов.*

*Используя приведенные микрофотографии, полученные с помощью растровой электронной микроскопии, а также масштабную линейку в нижнем правом углу фотографий (рисунок 1), произвести визуальную оценку, а затем описать структурно-морфологические (размер, форма частиц, их взаимное расположение, степень взаимодействия между собой). На основании имеющей научной литературы предложить возможные фазы и минеральные образования в структуре исследуемого вещества.*

*Используя произведенный анализ в форме заключения предложить возможные области применения изучаемого материала и описать специфические требования работы с ним.*

**Компетенция ПК-1** Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами

#### *Типовые вопросы для индивидуальных домашних заданий*

1. Правильные разбиения плоскости и сферы.
2. Правильные разбиения 3D-пространства. Тела Платона.
3. Кристаллические многогранники. Полиэдры.
4. Элементы симметрии кристаллических многогранников.
5. Группы симметрии низшей и средней категории.
6. Группы симметрии высшей категории.
7. Предельные группы симметрии.
8. Группа симметрии додекаэдра и икосаэдра.
9. Трансляционные группы симметрии на плоскости.
10. Трансляционные группы симметрии 3D-пространства. Решетки Браве.
11. Элементы симметрии правильного дисконтинуума.
12. Евграф Степанович Федоров – основатель современной кристаллографии.

Защита ИДЗ предусматривает **собеседование**, т.е. специальную беседу с обучающимся, что позволяет оценить объем его знаний.

## Примеры типовых практических задач

**Компетенция ПК-1. Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами.**

Задача 1. Определите все имеющиеся у моделей элементы симметрии (рисунок 1). Запишите обозначение Бравэ и определите категорию и сингонию данных моделей кристаллического многогранника.

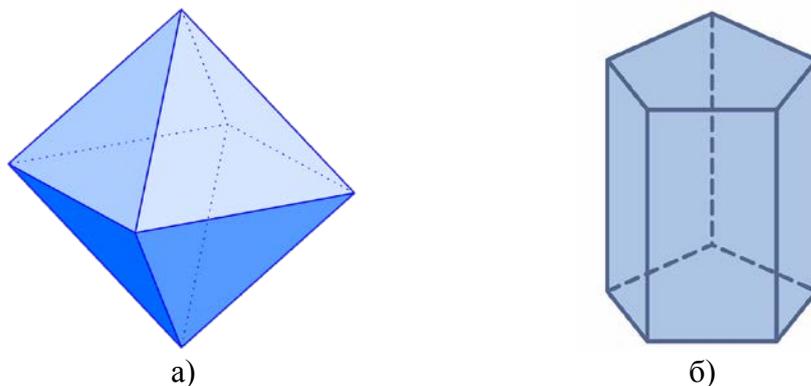


Рисунок 1 – Многогранники

Задача 2. Дать стандартные обозначения для «групп»  $22m$ ,  $2m$ ,  $4mm$ ,  $\bar{6}22$ .

## Примеры тестовых заданий

1. Что является элементами ограничения кристаллов?

- а) плоские грани, прямые ребра, вершины углов;
- б) плоские грани;
- в) прямые ребра;
- г) вершины углов;
- д) углы, отдельные зоны.

2. Формула симметрии гексагональной сингонии?

- а)  $4L44L25PC$ ;
- б)  $L66L27PC$ ;
- в)  $3L44L36L29PC$ ;
- г)  $3L23PC$ ;
- д)  $L2PC$ .

3. Сингония высшей категории?

- а) кубическая;
- б) гексагональная;
- в) тетрагональная;
- г) триклинная;
- д) ромбическая.

4. Количество целых чисел, определяющих положение всякой грани в пространстве?

- а) 3
- б) 5
- в) 4
- г) 6
- д) 2

5. Прямая линия, при повороте вокруг которой на  $360^\circ$  кристалл несколько раз совмещается со своим исходным положением.

- а) центр симметрии;
- б) круг симметрии;
- в) ось симметрии;
- г) отрезок симметрии;
- д) грань симметрии.

6. Направления в кристалле параллельные его ребрам, которые принимаются за координатные оси.

- а) оптические оси;
- б) кристаллографические оси;
- в) формы;
- г) грани.

7. Характерные элементы симметрии для кубической симметрии

- а)  $L_4$ ;
- б)  $4L_3$ ;
- в)  $L_6$ ;
- г)  $L_3$ .

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
Знания	Знать принципы организации руководства при испытании строительных композитов
	Знать особенности организации разработки и оптимизации со ставов строительных материалов
	Знать принципы организации научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов
	Знать критерии метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

Умения	Уметь осуществлять организационно-методическое руководство испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения
	Уметь разрабатывать и оптимизировать составы строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	Уметь организовать научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов
	Уметь осуществлять метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
Владения	Владеть навыками руководства за испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения
	Владеть практическими навыками разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	Владеть практическими навыками по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	Владеть навыками метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание принципов организации руководства при испытании строительных композитов	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципы организации руководства при испытании строительных композитов	Знает принципы организации руководства при испытании строительных композитов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике
Знание особенностей организации	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью

разработки и оптимизации составов строительных материалов	Не знает особенности организации разработки и оптимизации составов строительных материалов	Знает особенности организации разработки и оптимизации составов строительных материалов, допускает незначительные ошибки при использовании на практике
Знание принципов организации научно исследовательской работы по разработке новых строительных материалов	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципы организации научно исследовательской работы по разработке новых строительных материалов	Знает принципы организации научно исследовательской работы по разработке новых строительных материалов, допускает незначительные ошибки при использовании на практике
Знание критерий метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает критерии метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Знает критерии метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения, допускает незначительные ошибки при использовании на практике

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение осуществлять организационно методическое руководство испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Не умеет осуществлять организационно методическое руководство испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Умеет осуществлять организационно методическое руководство испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения, допускает незначительные ошибки на практике
Умение разрабатывать и оптимизировать составы строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не умеет разрабатывать и оптимизировать составы строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Умеет разрабатывать и оптимизировать составы строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, допускает незначительные ошибки на практике
Умение организовать научно исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов	Не умеет организовать научно исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов	Умеет организовать научно исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов, допускает незначительные ошибки на практике

Умение осуществлять метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не умеет осуществлять метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Умеет осуществлять метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения, допускает незначительные ошибки на практике
---	---	---

Оценка сформированности компетенций по показателю *Владения*.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владение навыками руководства за испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Не владеет навыками руководства за испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Владеет навыками руководства за испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения, но допускает незначительные ошибки на практике
Владение практическими навыками разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не владеет практическими навыками разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Владеет навыками разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, допускает незначительные ошибки на практике
Владение практическими навыками по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не владеет практическими навыками по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Владеет практическими навыками по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, допускает незначительные ошибки на практике
Владение навыками метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не владеет навыками метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Владеет навыками метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения, допускает незначительные ошибки на практике

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран.
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	WinXMorph	Свободно распространяемое ПО
7	IsoCryst	Свободно распространяемое ПО

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Строение вещества. Строение кристаллов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.М. Голубев [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. – 36 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31270>.
2. Васильева Н.Н. Минералогия и петрография: учебно-практическое пособие / Н.Н. Васильева. – Челябинск: Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2017. – 207 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/83860.html>
3. Батаев, И.А. Кристаллография. Методы проецирования кристаллов: учебное пособие / И.А. Батаев, А.А. Батаев, Д.В. Лазуренко. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 72 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91266.html>
4. Кокшаров, Н.И. Лекции по минералогии [Электронный ресурс]: монография. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 221 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52814](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52814).
5. Авдонин В.В. Месторождения металлических полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебник/ Авдонин В.В., Бойцов В.Е., Григорьев В.М. – Электрон. текстовые данные. – М.: Академический Проект, 2012. – 720 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36412>
6. Голов Р.С. Организация производства, экономика и управление в промышленности / Р.С. Голов, А.П. Агарков, А.В. Мыльник. – Москва: Дашков и К, 2017. – 858 с.
7. Пименов А.Т. Организационно-технологическое обеспечение предприятия. Ч. 1. Основы организации производства: учеб. пособие / А.Т. Пименов. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2016. – 124 с.
8. Русанов А.И. Термодинамические основы механохимии. С-Пб.:Наука, 2006.
9. Федоров В.А., Тялин Ю.И., Тялина В.А. Дислокационные механизмы разрушения двойнящихся материалов. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2004.
10. Жерновский, И.В. О перспективах расширения минерально-сырьевой базы строительной индустрии с точки зрения применения наноразмерного вещества / И.В. Жерновский, В.В. Строкова // Технологии бетонов: прил. к журн.: Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2009. – № 11/12. – С. 18 – 19.

### 6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Англоязычный ресурс <http://Webmineral.com>
2. Сайт геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова <http://geo.web.ru>. Раздел, посвященный находкам коллекционных минералов в различных регионах России – <http://geo.web.ru/druza/>
3. Сайт Минералогического Музея им. А.Е. Ферсмана <http://fmm.ru>.