

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Кристаллография

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	АрхУ (Архитектуры и урбанистики)		
Учебный план	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Направленность (профиль)	Технологии и экспертиза функциональных материалов		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	64	Виды контроля в семестрах: зачет, 7 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	26		
самостоятельная работа	38		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	14	14	14	14
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	26	26	26	26
Контактная работа	26	26	26	26
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль				
Итого	64	64	64	64

Программу составил(и):

Стрельников А.Н., доцент, _____

Рецензент(ы):

Емельчикова Н.С., доцент, _____

Рабочая программа дисциплины

Кристаллография

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. Утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 2 июня 2020 г. N 701

составлена на основании учебного плана

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

утвержденного ученым советом вуза от 26.03.2026 протокол №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

АрхУ (Архитектуры и урбанистики)

Зав. кафедрой Акулова М.В. _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой МТСМ Грузинцева Н.А. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Цели:	Целью преподавания дисциплины «Кристаллография» является подготовка выпускника к производственной деятельности в создании материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами для различных областей техники и технологии, а также краткое изложение теоретических основ кристаллографии и кристаллохимии.
Задачи:	Изучение основных особенностей кристаллических веществ и их свойств, освоение основных идей, исходных положений и определений строения кристаллов, изучение кристаллических структур, изучение симметрии кристаллов, изучение минералов, их происхождения и изменения, изучение принципов современной классификации минералов, а также ассоциаций гипергенного и метаморфического процессов, явлений типоморфизма.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП: Б1.В.ДВ.06.01	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Изучение дисциплины «Кристаллография» требует основных знаний, умений и компетенций студента по дисциплинам обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль подготовки Технологии жизненного цикла текстильных материалов. Для освоения дисциплины необходимо знать: «Физику». Обучающиеся должны знать: – основы теории строения материалов; – основные физико-механические свойства материалов; – процесс производства материалов; уметь: – собирать и анализировать исходную информацию о строении материалов; – прогнозировать свойства полученного изделия на основании информации о используемых материалах; владеть: – навыками решения задач по теории строения материалов.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Изучение дисциплины "Кристаллография" необходимо для написания выпускной квалификационной работы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
ДПК-1:Способен решать профессиональные задачи с помощью знаний, приобретенных в процессе формирования индивидуальной образовательной траектории	
ДПК-1.1. Проектирует индивидуальные образовательные маршруты для построения профессиональной карьеры и определяет стратегию профессионального развития	
ДПК-1.2. Реализует творческое отношение к решению профессиональных задач	
ДПК-1.3. Применяет практические навыки в области информационно-коммуникационных технологий	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	- основные классы современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора материалов, основные технологические процессы производства и обработки материалов, особенности этапов жизненного цикла материалов и изделий из них; - закономерности структурообразования, фазовые превращения в материалах, - физико-химические основы формирования различных структур материалов с позиций термодинамики и кристаллохимии, виды диаграмм состояний сплавов и условия формирования различных фаз (твердые растворы, промежуточные соединения, упорядоченные твердые растворы); - элементы симметрии кристаллов, символы узлов, ребер и граней, симметрию кристаллических структур; основы кристаллохимии.
Уметь:	- классифицировать материалы с учетом их строения на атомном уровне с позиции термодинамики и кристаллохимии; - определять условия устойчивого и неустойчивого состояния систем, равновесных и неравновесных фазовых переходов; - моделировать различные процессы, происходящие в конденсированных системах; - определять элементы симметрии кристаллов и структур, определять координационное число координационный многогранник, описывать основные типы структур.
Владеть:	- методами анализа связи свойств материала с химическим составом и его структурой; - теоремами взаимодействия элементов симметрии; символика Браве, Шенфлиса и Германа-Могена; навыками кристаллохимического анализа по структурным данным. - методами теоретического построения диаграмм состояний сплавов; - навыками и умением в организации и проведении поиска информации о материалах с заданными свойствами с использованием ресурсов НТБ и Интернет-ресурсов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Основные понятия о кристаллах Тема 1 Пространственная решетка, особенности её строения. Тема 2 Основные свойства кристаллических веществ. Тема 3 Пути образования кристаллов. Тема 4 Явление, сопровождение кристаллизацию.			
/Лек/	7	3	
/Пр/	7	2	
/СР/	7	7	
Раздел 2. Геометрическая кристаллография. Тема 1 Законы кристаллографии. Тема 2 Понятие о сингониях. Тема 3 Формы кристаллов.			
/Лек/	7	3	
/Пр/	7	2	
/СР/	7	8	
Раздел 3. Основы кристаллохимии. Тема 1 Взаимодействие частиц в кристалле. Тема 2 Типы химических связей. Тема 3 Плотнейшие шаровые упаковки. Тема 4 Способы изображения структур минералов. Тема 5 Изоморфизм. Тема 6 Полиморфизм.			
/Лек/	7	3	
/Пр/	7	3	
/СР/	7	7	
Раздел 4. Основные понятия из физической кристаллографии. Тема 1 Твердость кристаллов. Тема 2 Спайность. Тема 3 Способность к пластической деформации. Тема 4 Тепловые свойства кристаллов. Тема 5 Электрические свойства кристаллов. Тема 6 Оптические свойства кристаллов.			
/Лек/	7	3	
/Пр/	7	3	
/СР/	7	7	
Раздел 5. Введение в минералогию. Тема 1 Морфология минералов. Тема 2 Физические свойства.			
/Лек/	7	2	
/Пр/	7	2	
/СР/	7	9	
/За/	7	0	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения). При проведении занятий и организации самостоятельной работы обучающихся используются: ТРАДИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: информационная лекция, лекция-визуализация, практические работы, самостоятельная работа. Лекция Информационная лекция в классическом варианте предполагает одностороннее изложение больших объемов информационного материала. Она побуждает к дополнительному изучению книг, разъясняя их ключевые пункты. Лекция-визуализация учит обучающегося преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п. Эту технологию лучше всего использовать на этапе введения обучающихся в новый раздел, тему, дисциплину. Вузовскую лекцию целесообразно рассматривать только как такую форму учебной деятельности, при которой специально организуемый и управляемый процесс обучения направляется на повышение активности познавательных интересов, развитие творческих способностей обучаемых. Практические работы В основе практической работы лежит упражнение, в рамках которого решаются познавательные задачи и большое внимание уделяется овладению научной терминологией, умению устанавливать связи между различными научными

категориями, иллюстрировать теоретические положения самостоятельно подобранными примерами. Одновременно у обучающихся формируются практические профессиональные навыки обращения с аппаратурой, установками и другими техническими средствами.

Самостоятельная работа

Средством формирования профессиональных компетенций выступает, помимо аудиторной, и самостоятельная работа. Это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются следующие её формы:

- подготовка к проверке текущего контроля знаний;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование обучающегося в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; обогащению обучающихся знаниями, навыками и умениями; систематизацию знаний, полученных обучающимися в процессе аудиторной и самостоятельной работы.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия обучающихся друг с другом и с преподавателем.

При реализации учебной работы по дисциплине «Кристаллография» используются следующие интерактивные технологии: презентации с использованием различных вспомогательных средств; обратная связь; метод работы в малых группах.

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации у обучающихся, активизации мыслительной деятельности и их творческого потенциала, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения обучающимися знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Для стимулирования систематической аудиторной и самостоятельной работы обучающихся в течение семестра и получения объективной итоговой оценки при оценивании результатов освоения дисциплины (текущего контроля и промежуточной аттестации) применяется балльно-рейтинговая система.

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, о чём преподаватель информирует обучающихся в течение первой недели изучения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся на основе фонда оценочных средств, включающего темы рефератов, тематику семинарских занятий, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретённых компетенций.

Вопросы к зачету:

1. Что изучает кристаллография?
2. Что такое кристалл? Назовите элементы ограничения кристаллов.
3. Каковы особенности строения пространственной решетки?
4. Каковы основные типы кристаллических решеток?
5. Пути образования кристаллов.
6. Что влияет на зарождение кристалла?
7. Что понимают под скоростью нарастания некоторой грани?
8. Что такое зона роста и пирамида роста?
9. На примере металла с гранецентрированной кубической решеткой поясните механизм образования дендритных кристаллов.
10. Что изучает геометрическая кристаллография?
11. Сформулируйте первый закон кристаллографии.
12. Докажите на примере правомерности второго закона кристаллографии.
13. Что означает слово симметрия? Что понимают под элементами симметрии?
14. Что такое центр инверсии?
15. Что такое плоскость симметрии? Определите количество плоскостей симметрии куба.
16. Что такое ось симметрии? Оси, каких порядков, возможны в кристаллических многогранниках.
17. Запишите формулу симметрии куба, поясните её.
18. Что такое сингония? Назовите категории сингоний.
19. Что понимают под формой кристаллов? Как кристаллы подразделяются по характеру ограничения?
20. Что понимают под сложными формами?
21. Какие формы относятся к открытым? Приведите примеры.
22. Какие формы относятся к закрытым? Приведите примеры.
23. Что вызывает отклонения от идеальной формы в реальных кристаллах?
24. Что изучает кристаллохимия?
25. Как изменяется сила взаимодействия при сближении атомов в кристалле?
26. Типы химических связей.
27. Сравните молекулярные и ковалентные кристаллы.
28. Охарактеризуйте металлические кристаллы. Как влияет металлический тип связи на свойства кристаллических веществ?
29. Какие кристаллы называются ионными? Почему ионные кристаллы являются полупроводниками или диэлектриками?
30. Какие кристаллические решетки образуют основные конструкционные материалы?
31. Что понимают под координационным числом? Определите координационное число для меди.
32. Нарисуйте кристаллографическую плоскость (111) в кубической решетке.
33. Какими способами изображают структуры минералов?
34. Что понимают под мотивом структуры?

35. Охарактеризуйте известные мотивы структуры.
36. Что такое изоморфизм? Каковы условия необходимые для выявления изоморфизма?
37. Типы изоморфизма.
38. Определите возможность изоморфизма для ионов Mn^{+2} и Ca^{+2} .
39. Что понимают под изоморфизмом особого рода?
40. Что изучает физическая кристаллография?
41. Чем определяются физические свойства кристаллов?
42. Что понимают под твердостью кристалла?
43. Как осуществляется приближенная оценка твердости минералов?
44. Что представляет собой бытовая шкала Мооса?
45. Что такое спайность?
46. Опишите способность кристаллов к пластической деформации?
47. Какие свойства относятся к тепловым свойствам?
48. Каким образом возникает электризация кристалла?
49. Что такое пьезоэлектрический эффект?
50. Что понимают под пьезоэлектричеством?
51. Какие свойства кристалла относятся к оптическим свойствам?
52. Что изучает минералогия?
53. Чем отличаются полиминеральные породы от мономинеральных пород?
54. Что понимают под морфологией кристаллов?
55. Что понимают под морфологией агрегатов?
56. На какие типы разделяют агрегаты?
57. Какие свойства относятся к физическим свойствам?
58. Что такое побежалость?
59. Что понимают под цветом черты?
60. Как подразделяются минералы по характеру блеска?

ФОС по дисциплине представлен в ПРИЛОЖЕНИИ к РПД.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Картова Л.В.	Основы кристаллографии, ,	Владимир, 2015,
Л1.2	Черкасова Т.Ю.	Основы кристаллографии и минералогии, ,	Томский Политехнический университет, 2014,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фадеев М.А.	Кристаллография, ,	М.: Изд. Ф.-м.лит., 2000,
Л2.2	Чупрунов Е.В.	Кристаллография. Лабораторный практикум, ,	Изд. Ф.-м.лит., 2005,
Л2.3	Вайнштейн Б.К.	Современная кристаллография. Т.1. 383 с.; Т. 2. 359 с.; Т.3. 407с.; Т.4. 495с., ,	М.: Наука, 1979,
Л2.4	Костов И.А.	Кристаллография, ,	М.: Мир, 1965,
Л2.5	Шаскольская М.П.	Кристаллография, ,	М.: Высшая школа, 1976,
Л2.6	Лейтвейн Ф., Зоммер-Кулачевский Ш.	Кристаллография, ,	М.: Высшая школа, 1968,
Л2.7	Попов Г.М., Шафрановский И.И.	Кристаллография, ,	М.: Высш. шк., 1976,

7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы

E-learning Портал электронного образования ИВГПУ: <https://moodle.ivgpu.ru/>

7.3. Информационное обеспечение дисциплины

7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

	Лицензионное программное обеспечение вуза: Microsoft Windows, Microsoft Office. Программы Microsoft Office EXCEL, Microsoft Word. Свободно распространяемое: программный пакет Moodle. Прикладное программное обеспечение: GoogleChrome, Opera, Mozilla Firefox и др.
--	--

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

7.3.2.1	ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", https://biblioclub.ru
7.3.2.2	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/
7.3.2.3	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

Помещения для практических и лекционных занятий представляют собой учебные аудитории, оснащенные оборудованием (столы, стулья, меловая доска, персональные компьютеры) и техническими средствами обучения (компьютер, проектор и экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Все виды аудиторных занятий сочетают образовательную, воспитательную, практическую и методическую функции.

Предусмотрена контактная работа со студентами: аудиторная и внеаудиторная, а также в электронной информационно-образовательной среде.

Самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к выполнению кейс-задачи позволяет акцентировать внимание на более глубоком изучении отдельных вопросов. Подготовка кейс-задания требует от обучающегося самостоятельного изучения научно-технической литературы, справочников, стандартов, которые необходимо проанализировать и сделать собственные выводы по изучаемой проблеме.

При чтении лекций применяются следующие активные и интерактивные методы: информационная лекция, пленарная дискуссия.

При проведении практических работ используются традиционные технологии обучения.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются следующие её формы:

- освоение теоретического материала;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к проверке текущего контроля знаний;
- подготовка к зачету.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Предварительно определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить обучающихся с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Желательно дать обучающимся краткую аннотацию основных первоисточников. 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. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание обучающихся 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. Это способствует активизации мыслительной деятельности обучающихся, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой обучающихся по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категорийный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции.

При подготовке к практическим занятиям необходимо определить средства материально-технического обеспечения занятия и порядок их использования. На занятии преподаватель должен назвать тему и цель практической работы, изложить краткие сведения из теории и ход выполнения работы. Перед началом занятия и проведением экспериментальной части необходимо провести инструктаж по технике безопасности.

Обучающиеся ведут рабочую тетрадь, которая содержит следующее: тему практической работы, цель работы, краткие сведения из теории, журнал наблюдений, формулы, расчеты, таблицы обработки опытных данных, графики, схемы, вывод по работе.

Перечень контрольных мероприятий:

1. Текущий контроль – осуществляется на практических занятиях. Преподаватель оценивает правильность ответов на вопросы, активность обучающегося при составлении программ.
2. Промежуточный контроль – зачет.

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.