

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 (ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
 по образовательной деятельности



А.А. Панфилов

« 02 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль/программа подготовки Нанотехнологии и микросистемная техника

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
4	3/108	10	20	-	78	Зачет
Итого	3/108	10	20	-	78	Зачет

Владимир 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Кристаллография» предполагает получение систематизированного представления о закономерностях атомного строения кристаллов, их симметрии, структурных типах кристаллических веществ, знание элементов и операций симметрии кристаллов, основных структурных типов кристаллических веществ, овладение навыками кристаллографических расчетов. Дисциплина является теоретической основой процесса технологического получения наноструктур твердых тел, а также методологической базой для моделирования процессов образования нанокластеров.

Целью освоения дисциплины является изучение теоретических основ кристаллографии и кристаллофизики, раскрытие связи между структурой и свойствами кристаллических тел.

Задачи дисциплины:

- знакомство с теорией представления групп симметрии;
- изучение элементов и операций симметрии кристаллов;
- получение практических навыков математического и компьютерного моделирования процессов кристаллообразования и формирования нанокластеров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Кристаллография» относится к базовым дисциплинам вариативной части подготовки магистров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» программы подготовки «Инженерно-физические технологии в наноиндустрии».

Пререквизиты дисциплины: «Физика», «Математика», «Введение в нанотехнологию», «Квантовая и статистическая физика», «Физика твердого тела».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-4	частичное освоение	Знать: - основные информационные ресурсы, содержащие информацию об актуальном состоянии области наноиндустрии. Уметь: - использовать новую информацию в своей научно-исследовательской или производственно-технической деятельности. Владеть: - методами поиска и анализа информации об актуальном состоянии области наноиндустрии.
ПК-1	частичное освоение	Знать: - основные теоретические и экспериментальные методы анализа наноструктурированных материалов. Уметь: - использовать основные теоретические и экспериментальные методы нанотехнологий для решения научных и производственных задач. Владеть: - экспериментальными методами получения, диагностики и анализа наноструктурированных материалов.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия ¹	Лабораторные работы	СРС		
1	Симметрия кристаллов	4	1-3	5	10		39	10/66	Рейтинг-контроль №1
2	Свойства кристаллов	4	4-9	5	10		39	6/40	Рейтинг-контроль №2, Рейтинг-контроль №3
Всего за 4 семестр:		4	9	10	20		78	16/53	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									-
Итого по дисциплине		4	9	10	20		78	16/53	Зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Симметрия кристаллов.

- 1.1. Способы образования твердых тел. Свойства кристаллических структур. 2ч
- 1.2. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. 1ч.
- 1.3. Точечные элементы симметрии кристаллов. 230 групп симметрии. 1ч.

Раздел 3. Свойства кристаллов.

- 2.1. Классификация кристаллов по типам связей. 2ч.
- 2.2. Тепловые свойства твердых тел. 2ч.
- 2.3. Анизотропия кристаллов. Оптические свойства кристаллов. 2ч.

Содержание практических занятий по дисциплине

- Тема 1. Изоморфизм групп преобразований симметрии и групп перестановок. 1ч.
- Тема 2. Точечные операции симметрии (центр инверсии, поворотная ось, плоскость зеркального отражения). 2ч.
- Тема 3. Инверсионные и винтовые оси. 2ч.
- Тема 4. Точечные элементы симметрии кристаллов. 2ч.
- Тема 5. 32 класса точечной симметрии кристаллов. 2ч.
- Тема 6. Плоскости скользящего отражения 2ч.
- Тема 7. 230 пространственных групп симметрии. 2ч.
- Тема 8. Простые решетки. Построение ячеек Вигнера-Зейтца. 2ч.
- Тема 9. Кристаллографические плоскости. 2ч.
- Тема 10. Геометрия многогранников роста. 2ч.
- Тема 11. Упаковочное пространство. Моделирование процесса кристаллообразования. 1ч.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Кристаллография» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Групповая дискуссия (все практические занятия);
- Разбор конкретных ситуаций (все лекционные и практические занятия).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости студентов

Примерный список вопросов к рейтинг-контролю №1

1. Точечные элементы и операции симметрии.
2. Изоморфизм групп преобразований симметрии и перестановок.
3. Определение всех преобразований симметрии у конечных объектов.
4. Инверсионные оси.
5. Винтовые оси.
6. Единичные направления в кристаллах
7. Многогранники роста кристаллов

Примерный список вопросов к рейтинг-контролю №2

1. Элементарная ячейка и ее параметры.
2. Сингонии. Расчет простых решеток.
3. Решетки Бравэ.
4. Построение ячейки Вигнера-Зейтца.
5. Индексы Миллера.
6. Обратная решетка.

Примерный список вопросов к рейтинг-контролю №3

1. Типы связей в кристаллах.
2. Волны в одномерном одноатомном кристалле
3. Анизотропия свойств в кристаллах.
4. Фотонные кристаллы.
5. Модели роста кристаллов.
6. Конструкция упаковочного пространства.
7. Квазикристаллы и их моделирование.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет).

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Точечные элементы и операции симметрии.
2. Способы образования твердых тел. Особенности кристаллических структур.
3. Инверсионные и винтовые оси.
4. Геометрия многогранников роста кристаллов. Простые формы кристаллов.
5. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка.
6. Сингонии. Типы простых решеток (SC, BCC, FCC).
7. 14 типов решеток Бравэ. Ячейки Вигнера-Зейтца.
8. Кристаллографические плоскости. Индексы Миллера.
9. Обратная решетка.
10. Классификация кристаллов по типам связей.
11. Тепловые свойства твердых тел. Фононная модель тепловых колебаний.
12. Анизотропия кристаллов. Оптические свойства кристаллов.
13. Фотонные кристаллы.
14. Физические модели роста кристаллов.
15. Метод дискретного моделирования. Упаковочное пространство.
16. Квазикристаллы и их модели.

Вопросы для контроля самостоятельной работы:

1. Стереографические проекции. Сетка Вульфа.
2. Структурные дефекты в кристаллах.
3. Теория плотнейших упаковок (Китайгородский).
4. Эпиморфизм и гомоморфизм групп.
5. Полиэдрические методы изображения кристаллических структур (метод Полинга – Белова).
6. Двойное лучепреломление и поляризация в кристалле.
7. Упаковки поликубов и полимино. Аппроксимация молекул поликубами.
8. Построение молекулярных полиэдров Вороного-Дирихле
9. Построение фрактала Мандельброта и Жулия.
10. Фракталы Серпинского, Коха и Гаспера.
11. Параметризация разбиения Розы.
12. Банки структурных данных.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Ивлева, И. А. Минералогия и кристаллография : учебное пособие / И. А. Ивлева, О. А. Панова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 116 с. — ISBN 2227-8397.	2017		http://www.iprbookshop.ru/80426.html
2. Бойко, С. В. Кристаллография и минералогия. Основные понятия : учебное пособие / С. В. Бойко. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. — 212 с. — ISBN 978-5-7638-3223-5.	2015		http://www.iprbookshop.ru/84366.html
3. Фомин, Д. В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д. В. Фомин. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 185 с. — ISBN 2227-8397.	2017		http://www.iprbookshop.ru/57258.html
Дополнительная литература			
1. Черевко, А. Г. Физика конденсированного состояния. Лабораторный практикум : методическое пособие / А. Г. Черевко, А. И. Гулидов. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 128 с. — ISBN 2227-8397.	2017		http://www.iprbookshop.ru/78151.html
2. Избранные главы кристаллохимии и методы изучения наноструктурированных материалов : учебное пособие / Т.З. Лыгина, Р.Е. Фомина, А.М.	2018		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224114.html

<p>Губайдуллина, С.В. Водопьянова ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань : Казанский научно- исследовательский технологический университет, 2018. – 168 с.</p>			
---	--	--	--

7.3. Интернет-ресурсы

1.Кристаллографическая и кристаллохимическая база данных для минералов и их структурных аналогов «МИНКРИСТ»// Режим доступа: <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/>

2.Кембриджский банк структурных данных// Режим доступа:
http://webcsd.ccdc.cam.ac.uk/client_log_in.php?first_attempt=1

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.* Практические/лабораторные работы проводятся в 106-3, 107-3, 105-3.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения MS Word, MS Excel, Matlab.

Рабочую программу составил _____
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) Тен. директор ООО "Владимир Тек" Акипов А.В. _____
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
Протокол № 1 от 02.09.2019 года
Заведующий кафедрой _____
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 28.04.01 Нанотехнологии и микроэлектронная техника
Протокол № 1 от 02.09.2019 года
Председатель комиссии _____
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

