

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Механико-технологический факультет
Кафедра «Материалы, технологии и конструирование машин»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

2016 г.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Кристаллография»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль программы бакалавриата Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем

Квалификация выпускника: Бакалавр
Выпускающая кафедра: Материалы, технологии и конструирование машин

Форма обучения: Очная

Курс: 2 Семестр(-ы): 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч

Виды контроля: Экзамен - 4 семестр

Пермь 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Кристаллография» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. № 1331 по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»;

- компетентностных моделей выпускника ОПОП по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профилю программы бакалавриата Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем, утверждённых «25» 09 20 14 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базовых учебных планов очной формы обучения по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», программы бакалавриата профиля Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем, утверждённой 28 апреля 2016 года.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: Математика, Электротехника и электроника, Сопротивление материалов, Детали машин и основы конструирования, Общее материаловедение и технологии материалов, Физика конденсированного состояния, Учебная практика, Основы золь-гель технологии, Химия твердого тела, Физико-химия наноструктурированных материалов, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

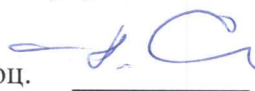
канд. техн. наук, доц.



В.Б. Кульметьева

Рецензент

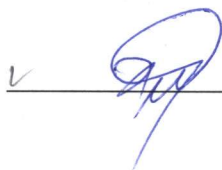
канд. техн. наук, доц.



А.А. Сметкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Материалы, технологии и конструирование машин» «18» ноября 2016 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой «Материалы, технологии и конструирование машин»,
ведущей дисциплину
д-р техн. наук, проф.



А.М. Ханов

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией механико-технологического факультета «24» 11 2016 г., протокол № 10.

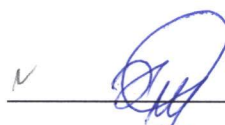
Председатель учебно-методической комиссии
механико-технологического факультета
канд. пед. наук, доц.



Е.А. Синкина

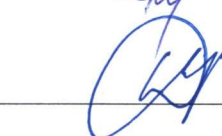
СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей
кафедрой «Материалы, технологии и
конструирование машин»
д-р техн. наук, проф.



А.М. Ханов

Начальник управления образовательных
программ, канд. техн. наук, доц.



Д. С. Репецкий

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины: получение знаний о кристаллическом состоянии вещества, элементах симметрии кристаллических многогранников и их изображений с помощью кристаллографических проекций, привитие практических навыков и умений кристаллографического анализа кристаллических структур.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общетехнические знания в профессиональной деятельности (ОПК-3).

1.2. Задачи учебной дисциплины

• **формирование знаний**

- изучение теоретических основ кристаллографии, типов кристаллических структур, систем идентификации кристаллов;

• **формирование умений**

- формирование умения использования методов изображения кристаллов с помощью кристаллографических проекций;

• **формирование навыков**

- формирование навыков самостоятельной работы при решении задач по изучению кристаллического строения твердых тел;

- приобретение навыков кристаллографического анализа кристаллических структур.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Кристаллические тела;
- Кристаллические решетки;
- Методы описания структуры кристаллических решеток, кристаллографического индентирования;
- Точечные и пространственные группы симметрии кристаллов.

1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кристаллография» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины» и является *обязательной* при освоении ОПОП по направлению «Материаловедение и технологии материалов».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК - 3	готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	Б1.Б.07 Математика	Б1.В.04 Физика конденсированного состояния
		Б1.Б.15 Электротехника и электроника	Б2.В.01 Учебная практика
		Б1.Б.17 Сопротивление материалов	Б1.ДВ.04.1 Основы зольгель технологии
			Б1.ДВ.04.2 Химия твердого тела
			Б1.ДВ.07.1 Физико-химия наноструктурированных материалов

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-3.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК -3

Код ОПК-3	Формулировка компетенции
	готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общетеоретические знания в профессиональной деятельности

Код Б1.В.03 ОПК-3	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	готовность применять базовые знания кристаллографии в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - основные законы кристаллографии и симметрии кристаллических многогранников; - элементы симметрии кристаллических многогранников и кристаллических структур; кристаллографические категории, сингонии и типы плотнейших упаковок частиц в структурах. - методы выращивания монокристаллов.	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.</i>
Уметь: - использовать методы кристаллографического индентирования и проецирования кристаллов для описания структуры кристаллических тел; - решать кристаллографические задачи с использованием сетки Вульфа.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	<i>Отчет по практическим занятиям</i>
Владеть: - навыками выполнения кристаллографического анализа структуры материала; - навыками выращивания кристаллов из растворов.	<i>Лабораторные занятия. Самостоятельная работа (подготовка к лекциям, лабораторным занятиям).</i>	<i>Отчет по лабораторным занятиям</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3	4	5
1	Аудиторная (контактная работа)		72	72
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- лекции (Л)		32	32
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- практические занятия (ПЗ)		18	18
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- лабораторные работы (ЛР)		18	18
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)		72	72
	- изучение теоретического материала		20	20
	- расчётно-графические работы		-	-
	- курсовой проект		-	-
	- курсовая работа		-	-
	- реферат		-	-
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)		14	14
	- подготовка отчетов по лабораторным работам (практическим занятиям)		18	18
	- индивидуальные задания		20	20
	- другие виды самостоятельной работы		-	-
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: зачёт /экзамен		36	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)		180	180
	в зачётных единицах (ЗЕ)		5	5

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плин ы	Номер темы дисципл ины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоём кость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	Итогов ый контро ль	самос тояте льная работ а	
			всег о	Л	ПЗ	Л Р				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	1	1						1
		1	10	2	8				8	18
		2	8	2	6				5	13
		3	6	2		4			5	11
		4	2	2					4	6
	2	5	2	2					4	6
		6	6	2		4			5	11
		7	2	2					3	5
	Всего по модулю:			37	15	14	8	2		34
2	3	8	4	2	2				6	10
		9	4	2	2				6	10
		10	2	2					4	6
		11	1	1					4	5
		12	3	3					3	6
	Всего по модулю:			14	10	4		1		23
3	4	13	1	1					4	5
		14	6	2		4			5	11
		15	9	3		6			3	11
		Заключен ие	1	1					3	4
	Всего по модулю:			17	7		10	1		15
Промежуточная аттестация								36		
Итого:			68	32	18	18	4	36	72	180/5

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Теоретические основы кристаллографии.

Л – 15 ч, ПЗ – 10 ч, ЛР – 8 ч, СРС – 26 ч, КСР-2 ч.

Введение. Л – 1 ч.

Кристаллография как наука. Основные этапы зарождения, становления и развития науки о кристаллах. Роль русских и зарубежных ученых в развитии кристаллографических наук. Современные кристаллографические области знаний: математическая кристаллография, кристаллохимия, минералогическая кристаллография, органическая кристаллохимия, физическая кристаллография и учение о генезисе кристаллов. Понятие о кристалле, кристаллическом и аморфном веществах.

Раздел 1. Симметрия кристаллов.

Л – 8 ч, ПЗ – 10 ч, ЛР – 4 ч, СРС – 19 ч.

Тема 1. Структура кристалла и пространственная решетка.

Метод кристаллографического индизирования. Символы узлов, Символы рядов (ребер). Символы плоскостей (граней). Параметры Вейсса и символы Миллера. Особенности индизирования в кристаллах гексагональной сингонии. Закон целых чисел. Закон зон (поясов) – закон Вейсса. Условие зональности.

Л – 2 ч, ПЗ – 8 ч, СРС – 8 ч.

Тема 2. Кристаллографические проекции.

Закон постоянства углов. Кристаллический комплекс. Полярный кристаллический комплекс. Методы графического проецирования кристаллов: сферические, стереографические, гномостереографические и гномонические проекции. Соотношения между проекциями. Сетка Вульфа. Координаты φ и ρ . Кристаллографические задачи, решаемые с помощью сетки Вульфа. Связь между сферическими координатами и кристаллографическими индексами плоскости.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 5 ч.

Тема 3. Элементы симметрии кристаллических многогранников.

Понятие о симметрии кристаллов. Элементы симметрии 1 и 2 родов. Элементы симметрии кристаллических многогранников: центр симметрии, плоскость симметрии, ось симметрии. Инверсионные оси симметрии. Особенность симметрии кристаллов - отсутствие осей 5-го и выше 6-го порядков - основной закон симметрии кристаллов. Взаимодействия операций (элементов) симметрии. Теоремы о сочетании операций симметрии.

Л – 2 ч, ЛР – 4 ч, СРС – 5 ч.

Тема 4. Кристаллографические категории, сингонии и системы координат. Классы симметрии.

Единичное направление кристалла. Кристаллы высшей, средней и низшей категорий. Правила кристаллографической установки. Общие определения и системы обозначений классов симметрии. Алгоритм вывода 32 классов симметрии. Точечные группы симметрии. Формы кристаллов.

Л – 2 ч, СРС – 1 ч.

Раздел 2. Симметрия структуры кристаллов.

Л – 6 ч, ЛР – 4 ч, СРС – 7 ч.

Тема 5. Структура кристаллов.

Пространственная решетка: Типы решетки Бравэ. Условия выбора ячейки Бравэ. Трансляционная группа и базис ячейки Бравэ.

Л – 2 ч.

Тема 6. Элементы симметрии кристаллических структур.

Представление об элементах симметрии кристаллических структур - трансляционных элементах симметрии - плоскостях скользящего отражения и винтовых осях, их взаимодействиях. Теоремы о сочетании операций симметрии структур.

Л – 2 ч, ЛР – 4 ч, СРС – 5 ч.

Тема 7. Пространственные группы симметрии.

Общие представления о 230 пространственных (федоровских) группах симметрии. Правильные системы точек. Характеристики правильных систем точек: симметрия позиции, величина симметрии, число степеней свободы, кратность, координаты. Обозначения пространственных групп.

Л – 2 ч, СРС – 2 ч.

Модуль 2. Теоретические основы кристаллохимии и кристаллофизики.

Л – 10 ч, ПЗ – 4 ч, СРС – 15 ч, КСР - 1 ч.

Раздел 3. Основы кристаллохимии и кристаллофизики.

Лк – 10 часов, ПЗ – 4 часа, СРС – 15 часов.

Тема 8. Элементы кристаллохимии.

Атомные и ионные радиусы. Координационное число и координационный многогранник. Число атомов в ячейке. Определение стехиометрической формулы вещества.

Число формульных единиц. Типы¹⁰ химической связи в структурах. Гомодесмические и гетеродесмические структуры. Геометрический характер структур. Структурные мотивы: координационный, островной, цепочечный, слоистый и каркасный.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 6 ч.

Тема 9. Основные типы структур.

Типы плотнейших упаковок частиц в структурах. Пустоты в плотнейших упаковках. Основные структурные типы кристаллов.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, СРС – 6 ч.

Тема 10. Основные категории кристаллохимии.

Полиморфизм (аллотропии, энантиотропных и монотропных превращениях, структурных типах полиморфизма). Политипия. Изоморфизм.

Л – 2 ч.

Тема 11. Элементы кристаллофизики.

Кристаллическое вещество как сплошная однородная анизотропная среда. Симметрия физических свойств кристаллов. Предельные группы симметрии (группы Кюри). Принцип Кюри-Неймана. Принцип тензорного описания физических свойств кристалла. Скалярные, векторные и тензорные физические свойства кристаллов.

Л – 1 ч, СРС – 1 ч.

Тема 12. Физические свойства кристаллов.

Плотность кристаллов. Механические свойства кристаллов (твердость, спайность, упругие и пластические деформации, ковкость, упругость). Тепловые свойства кристаллов. Оптические свойства кристаллов (показатели преломления, двулучепреломление, оптическая индикатриса, одно- и двуосные кристаллы). Электрические свойства кристаллов (электропроводность, пиро- и пьезоэффект). Магнитные свойства.

Л – 3 ч, СРС – 2 ч.

Модуль 3. Кристаллогенезис.

Л – 7 ч, ЛР – 10 ч, СРС – 11 ч, КСР – 1 ч.

Раздел 4. Рост кристаллов.

Лк – 6 часа, ЛР – 10 часов, СРС – 8 часов.

Тема 13. Общие сведения об образовании кристаллов.

Кристаллогенезис - возникновение, рост и разрушение кристаллов. Образование кристаллов в природе. Причины и условия образования кристаллов. История получения искусственных кристаллов.

Л – 1 ч.

Тема 14. Основные представления о росте кристаллов.

Механизмы роста и зарождения кристаллов: молекулярно-кинетическая теория, теория Косселя-Странского, спиралевидный рост кристаллов. Факторы, влияющие на внешний облик кристаллов. Структурные дефекты в кристаллах. Реальные формы роста кристаллов: скульптура граней (штриховка, холмики роста, вицинали), скелетные формы кристаллов, дендриты, нитевидные кристаллы, сферокристаллы, сферолиты. Различные типы сростаний кристаллов - незакономерные и закономерные (двойники, эпитаксия и др.).

Л – 2 ч, ЛР – 4 ч, СРС – 5 ч.

Тема 15. Методы выращивания кристаллов.

Методы выращивания кристаллов из растворов. Методы выращивания кристаллов из расплавов. Методы выращивания кристаллов из газовой фазы.

Л – 3 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 3 ч.

Заключение. Л – 1 ч, СРС – 3 ч.

Применение кристаллов в промышленности и технике. Жидкие кристаллы. Квазикристаллы.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1	Определение символов узлов и направлений (рядов) методом кристаллографического индицирования.
2	1	Определение символов плоскостей методом кристаллографического индицирования.
3	1	Графическое построение направлений и плоскостей по известным индексам.
4	1	Определение символов плоскостей и направлений с использованием условия зональности.
5	2	Решение кристаллографических задач на сетке Вульфа.
6	8	Определение стехиометрической формулы вещества.
7	9	Анализ кристаллической структуры по модели.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы	Продолжи- тельность, ч
1	3-4	Определение элементов симметрии кристаллических многогранников.	4
2	6	Определение симметрии кристаллических структур по их пространственным моделям.	4
3	14	Определение формы роста кристаллов в капле раствора и расплава.	4
4	15	Выращивание кристаллов из раствора.	6

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

- Тема 2. Кристаллографические проекции.
Гномоническая проекция. Связь между сферическими координатами и кристаллографическими индексами плоскости.
- Тема 3. Элементы симметрии кристаллических многогранников.
Теоремы о сочетании операций симметрии.
- Тема 4. Кристаллографические категории, сингонии и системы координат. Классы симметрии.
Точечные группы симметрии. Формы кристаллов.
- Тема 6. Элементы симметрии кристаллических структур.
Теоремы о сочетании операций симметрии структур.
- Тема 7. Пространственные группы симметрии.
Правильные системы точек. Характеристики правильных систем точек: симметрия позиции, величина симметрии, число степеней свободы, кратность, координаты. Обозначения пространственных групп.
- Тема 8. Элементы кристаллохимии.
Типы химической связи в структурах.
- Тема 9. Основные типы структур.
Основные структурные типы кристаллов.
- Тема 11. Элементы кристаллофизики.
Принцип тензорного описания физических свойств кристалла.
- Тема 12. Физические свойства кристаллов.
Магнитные свойства кристаллов.
- Тема 14. Основные представления о росте кристаллов.
Структурные дефекты в кристаллах.
Заключение. Жидкие кристаллы. Квазикристаллы.

5.1. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Подготовка к практическим занятиям	4
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	4
2	Изучение теоретического материала	1

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
	Подготовка к практическому занятию	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
3	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторному занятию	1
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	2
4	Изучение теоретического материала	1
6	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторному занятию	1
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	2
7	Изучение теоретического материала	2
8	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
9	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к практическому занятию	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	2
11	Изучение теоретического материала	1
12	Изучение теоретического материала	2
14	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторному занятию	1
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	2
15	Подготовка к лабораторному занятию	1
	Подготовка отчетов по лабораторным занятиям	2
Заключение	Изучение теоретического материала	3
	Выполнение индивидуального задания	20
	Итого: в ч / в ЗЕ	72/2

5.2. Индивидуальные задания

Требования к индивидуальным заданиям

Индивидуальное задание предполагает решение типовых примеров и задач по изучаемой теме. Каждый студент выполняет задание в соответствии со своим номером варианта. Список типовых тем:

1. Метод кристаллографического индицирования.
2. Элементы симметрии кристаллических многогранников.
3. Анализ кристаллической структуры по модели.

5.3. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления студентов и установления связей с ранее освоенным материалом. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные технологии.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму при этом доминирует активность учащихся в

процессе обучения. При проведении¹⁴ практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний; развитие творческих навыков. При подготовке к практическим занятиям используется опережающая самостоятельная работа, т.е. изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий (лекции).

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия. Совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ приучает их работать в команде.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме опроса и защиты отчетов по практическим и лабораторным занятиям. Всего предусмотрено 7 отчетов по практическим занятиям 4 отчета по лабораторным занятиям внутри каждого учебного модуля (модуль 1 – 7 работ, модуль 2 – 2 работы, модуль 3 – 2 работы).

6.2 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольная работа (модуль 1, 2, 3).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

1. Метод кристаллографического индицирования.

2. Элементы симметрии кристаллических многогранников и кристаллических структур.

Модуль 2

3. Теоретические основы кристаллохимии и кристаллофизики.

Модуль 3

4. Методы выращивания кристаллов.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций Экзамен.

Экзамен по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (разрабатывается отдельным документом) с учетом результатов рубежного контроля.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения компонентов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	РК	Экзамен
	Усвоенные знания			
3.1 знать основные законы кристаллографии и симметрии кристаллических многогранников;	ОП, ОПЗ 1-4		РКР 1	ТВ
3.2 знать элементы симметрии кристаллических многогранников и кристаллических структур; кристаллографические категории, сингонии и типы плотнейших упаковок частиц в структурах;	ОП, ОПЗ 5,6,7	ОЛР 1,2	РКР 2,3	
3.3 знать методы выращивания монокристаллов.	ОП	ОЛР 3,4	РКР 4	
	Освоенные умения			
У.1 уметь использовать методы кристаллографического индицирования и	ОПЗ 1-4,9		РКР 1-4	ПЗ

проецирования кристаллов для описания структуры кристаллических тел;				
У.2 уметь решать кристаллографические задачи с использованием сетки Вульфа.	ОПЗ 5		РКР 2	
Приобретенные владения				
В.1 владеть навыками выполнения кристаллографического анализа структуры материала;			ИЗ	КЗ
В.2 владеть навыками выращивания кристаллов из растворов.			ИЗ	

ОП – опрос, для анализа усвоения материала предыдущей лекции;

ОПЗ – отчет по практическому занятию;

ОЛР – отчет по лабораторной работе;

РКР – рубежная контрольная работа;

ИЗ – индивидуальное задание

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине входит в состав РПД в виде приложения.

7. График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																				Итого, ч	
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	34	36	37	38	39	40	41			
	P1					P2					P3											
Раздел:																						
Лекции	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	32		
Практические занятия	2	2	2	2	2	2	2	2	2											18		
Семинары																						
Лабораторные работы										4	4	4	4	4	4							
КСР					1				1							1			1	4		
Изучение теоретического материала	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	20		
Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)	1	1	1	1	2	1				2	2					2		1		14		
Подготовка отчетов по лабораторным (практическим работам)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18		
Курсовой проект (курсовая работа)																						
Реферат																						
Расчетно-графические работы																						
Индивидуальное задание	2		2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2		20		
Модуль:	M1					M2					M3											
Контр. тестирование					+				+							+			+			
Дисциплин. контроль																				Экза-мен		

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.03 Кристаллография (индекс и полное название дисциплины)	БЛОК 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины/блок)	
	☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла	☒ обязательная ☐ по выбору студента
22.03.01 (код направления подготовки / специальности)	Материаловедение и технологии материалов / Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем (полное название направления подготовки / специальности)	
МТМ / МТН (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки: ☐ специализи ☒ бакалавр ☐ магистр	Форма обучения: ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная
2016 (год утверждения учебного плана ОПОП)	Семестр(-ы): 4	Количество групп: 1 Количество студентов: 20
Кульметьева В.Б. (фамилия, инициалы преподавателя)	Доцент кафедры (должность)	
Механик-технологический (факультет)		
Материалы, технологии и конструирование машин (кафедра)	тел. 8(342)239-11-27; keramik@pm.pstu.ac.ru (контактная информация)	

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

8.2. Перечень основной и дополнительной¹⁹ учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фадеев М.А. Основы кристаллографии. М.: Физматлит, 2006. 500 с. (учебник)	8
2	Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник. М.: Университет, 2010. 587 с. (учебник)	15
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Розин К.М. Практическая кристаллография. М.: МИСиС, 2005. 486 с. (учебник)	25
2	Васильев Д.М. Кристаллография: учебник для вузов. СПб: Изд-во СПбГТУ, 2003. 475 с. (учебник)	7
3	Шаскольская М. П. Кристаллография. М.: Изд-во Высш.шк., 1984. 375 с. (учебник)	45
4	Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. М.: Изд-во Металлургия, 1990. 336 с. (учебник)	52
5	Кульметьева В.Б. Кристаллография. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010. 75 с. (лабораторный практикум)	ЭБ ПНИПУ +70 на каф.
2.2 Периодические издания		
1		
2.3 Нормативно-технические издания		
1		
2.4 Официальные издания		
1		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на _____

Основная литература



обеспечена



не обеспечена

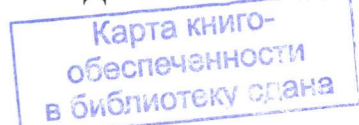
Дополнительная



обеспечена



не обеспечена



литература

☐☐Зав. отделом комплектования
научной библиотеки ...

Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на

(дата контроля литературы)

Основная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Дополнительная
литература☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

_____ Н.В. Тюрикова

**8.3. Перечень информационных технологий, используемых при
осуществлении образовательного процесса по дисциплине****8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные
обучающие и контролирующие программы**

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер*	Назначение
1	Практическое занятие	Сетка Вульфа «StereoGraph»		Программа предназначена для проверки выполнения студентами решения типовых кристаллографических задач на сетке Вульфа.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле- фильм	кино- фильм	слайды	аудио- пособие	
1	2	3	4	5
		+		Курс лекций

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитория с мультимедийным обеспечением	Кафедра МТиКМ	21 корпуса МТиКМ	40	30
2	Компьютерный класс	Кафедра МТиКМ	24 корпуса МТиКМ	40	15
3	Химическая лаборатория	Кафедра МТиКМ	238 корпуса МТиКМ	40	15

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Мультимедиапроектор, ноутбук, акустическая система	1	оперативное управление	21
2	Компьютеры	15	оперативное управление	24
3	Магнитная мешалка ММ5	3	оперативное управление	238
4	Весы технические	3	оперативное управление	238
5	Микроскоп оптический МБ-9	2	оперативное управление	238

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		