

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Карагандинский государственный технический университет

**«Утверждаю»  
Председатель Ученого совета,  
ректор, академик НАН РК  
Газалиев А.М.**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

## **РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине: RMS 5308 «Рентгенография металлов и сплавов»

Модуль SMIN 04 «Современные методы исследования наносистем»

для магистрантов специальности 6M070900 «Металлургия»

Факультет машиностроительный

Кафедра «Нанотехнологии и металлургия»

## Предисловие

Рабочая учебная программа разработана:  
к.т.н., доцентом Боранбаева Б.М.

Обсужден на заседании кафедры «НТМ»

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Ю. Куликов «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Одобен методическим советом машиностроительного факультета

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_ Т.М. Бузауова «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## Сведения о преподавателе и контактная информация

Ф.И.О.: Боранбаева Б.М.

Ученая степень, звание, должность: к.т.н., доцент

Кафедра «Нанотехнологии и металлургия» находится в главном корпусе КарГТУ (Б.Мира, 56), аудитория 313, контактный телефон 8 (3212) 56-59-35 доб. 124.

### Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов/ECTS	Вид занятий					Количество часов СРМ	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРМП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
1	2/3	15	15	-	30	60	30	90	курс. работа

### Цель дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является: дать будущим специалистам основные сведения о природе, свойствах и получении рентгеновских лучей, их взаимодействии с металлами и сплавами, и анализе дифракционной картины, возникающей в результате интерференции рентгеновских лучей, рассеянных электронами атомов облучаемого объекта.

### Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие:

- ознакомиться с современной рентгеновской техникой: конструкцией источников рентгеновского излучения - трубок и рентгеновских аппаратов - дифрактометров, камер для структурного анализа;
- освоить общие задачи структурного анализа – определение межплоскостных расстояний, кристаллической структуры поли- и монокристаллов; определение качественного фазового состава и количественного соотношения различных фаз;
- определение типа твёрдого раствора; освоить методы исследования структурных несовершенств, их типа и концентрации.

В результате изучения данной дисциплины магистранты должны

**владеть о:** возможностях рентгеноструктурного анализа для выбора конкретных методов дифракционного анализа кристаллической структуры металлов и сплавов при решении теоретических и прикладных задач современной металлургии чёрных металлов.

**знать:** теорию и практику методов рентгеноструктурного анализа атомно-кристаллической структуры вещества и возможности использования рентгеновского излучения в дефектоскопии.

**уметь:** научно-обосновано проводить выбор рентгеновских методов структурного анализа и интерпретировать полученные результаты при решении различных задач в области металлургии чёрных металлов.

### Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин:

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1 Наноматериалы	Полный курс.

### Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Рентгенография металлов и сплавов», используются при освоении следующих дисциплин: изучение тонкой структуры железных сплавов, производственная практика, экспериментально-исследовательская работа магистранта, включая выполнение магистерской диссертации.

### Тематический план дисциплины

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лек-ции	практи-ческие	лабора-торные	СРМП	СРМ
1	2	3	4	5	6
1.Физика рентгеновских лучей. Рентготехника. Природа и свойства рентгеновских лучей. Электронные рентгеновские трубки и аппараты. Спектральный состав рентгеновских лучей.	2	2	-	4	4
2.Теория образования характеристического спектра рентгеновских лучей. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Выбор излучения для структурного анализа. Регистрации рентгеновских лучей.	2	2	-	4	4
3.Рассеяние рентгеновских лучей кристалли-	2	2	-	4	4

ческой решёткой. Интерференция рентгеновских лучей на кристаллической решётке. Сфера Эвальда. Метод Лауэ.					
4.Метод вращения кристалла. Метод поликристалла. Метод Косселя. Рентгеновская дифрактометрия.	2	2	-	4	4
5.Дифракция на сложных решётках. Индексирование рентгенограмм веществ, снятых по методу порошка. Интегральная интенсивность дифракционных максимумов. Экстинкция.	2	2	-	4	4
6.Фазовый анализ. Анализ твёрдых растворов. Применение рентгеновского метода для изучения диаграмм фазового равновесия. Рентгенографический анализ преимущественных ориентировок.	2	2	-	4	4
7.Обратные полюсные фигуры. Рентгенографическое изучение остаточных искажений в структуре материалов. Анализ дефектов кристаллического строения по эффекту уширению линий рентгенограмм.	2	2	-	4	4
8.Определение плотности и характера распределения дислокаций. Просвечивание металлов и сплавов. Рентгеноспектральный анализ.	2	-	-	2	2
<b>ИТОГО:</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

### Тематический план самостоятельной работы магистранта с преподавателем

Наименование темы СРМП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
Тема 1 Рентготехника	Углубление знаний по данной теме	Письменная работа	Составить классификацию	[1, 5, 8]
Тема 2 Зависимость интенсивности спектральных линий от силы тока и напряжения на рентгеновской трубке	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Отчёт по индивидуальным заданиям	[2, 3, 5]
Тема 3 Оптическая схема дифрактометра	Углубление знаний по данной теме	Графическая работа	Зарисовать схемы узлов рентге-	[1, 2, 3, 8]

			новского дифрактометра	
Тема 4 Методы регистрации рентгеновских лучей	Углубление знаний по данной теме	Письменная работа	Систематизация	[1, 2, 5, 7]
Тема 5 Практическое значение уравнения Вульфа-Брэггов	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Законы дифракции РЛ	[1, 2, 3]
Тема 6 Теоретический расчёт полной рентгенограммы заданного вещества	Углубление знаний по данной теме	Графическая работа	Отчет по индивидуальным заданиям	[1, 3, 8]
Тема 7 Качественный фазовый анализ вещества	Углубление знаний по данной теме	Обработка дифракционного профиля рентгенограммы	Отчет по индивидуальным заданиям	[1, 2, 7, 8]
Тема 8 Рентгенографический анализ твёрдых растворов	Углубление знаний по данной теме	Графическая работа	Систематизация кристаллического строения металлов	[1, 2, 8]
Тема 9 Определение содержания углерода в мартенсите закалённой стали	Углубление знаний по данной теме	Построение номограммы	Отчет по индивидуальным заданиям	[1, 2, 8]
Тема 10 Определение микроискажений кристаллической решётки	Углубление знаний по данной теме	Графическая работа	Дать определения	[1, 2, 7, 8]
Тема 11 Влияние термической обработки на структуру аморфных сплавов	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Отчет по индивидуальным заданиям	[1, 2, 8]
Тема 12 Рентгеновский спектральный анализ	Углубление знаний по данной теме	Анализ содержания элементов	Систематизация	[1, 2, 3, 7, 8]
Тема 13 Микрорентгеноспектральный анализ	Углубление знаний по данной теме	Микроанализ содержания элементов	Отчёт по индивидуальным заданиям	[1, 2, 3, 7, 8]

Тема 14. Построение карт распределения элементов	Углубление знаний по данной теме	Анализ металлов и сплавов	Составить карту тирования состава фаз	[1, 2, 8]
Тема 15. Просвечивание металлов и сплавов	Углубление знаний по данной теме	Работа с периодическими изданиями литературы	Литературный обзор. Систематизация	[1, 2, 3]

### Темы контрольных заданий для СРМ

1. Измерения и расчёт рентгенограмм.
2. Измерения и расчёт дифрактограмм.
3. Расчёт межплоскостных расстояний по формуле Вульфа-Брэггов.
4. Расчёт погрешности при прецизионном определении периода кристаллической решётки.
5. Расчёт междублетного расстояния для интерференции (НКЛ) в заданном излучении.
6. Построить график зависимости периода кристаллической решётки от параметров обработки материала.
7. Построить графическую зависимость периодов  $a$  и  $c$  решётки мартенсита углеродистой стали от содержания углерода (содержание углерода можно выбрать самостоятельно или по заданию преподавателя).
8. Установить содержание элементов в структуре сплава и примерный состав фазы по индивидуальному заданию (задание выдаёт преподаватель).

### График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
1	2	3	4	5	6
Темы СРМП №1 №2 №3, №4 №5, №6 №7, №8 №9, №10 №11, №12, №13, №14. №15	См. таблицу «Тематический план самостоятельной работы магистранта с преподавателем»	Весь перечень основной и дополнительной литературы, Интернет-источники, конспекты лекций	В течение изучения курса в соответствии с расписанием занятий и учебным планом	Текущий	недели 1 2 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Темы СРМ №1, №2 №3, №4 №5, №6 №7, №8	См. «Темы контрольных заданий для СРМ»	Весь перечень основной и дополнительной литературы, Интернет-источники, конспекты лекций	В течение изучения курса в соответствии с учебным планом	Текущий	недели 5 10 15
Тестовые задания	Проверка усвоения материала соответствующего раздела дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы, Интернет-источники, конспекты лекций	2 контактных часа	Рубежный	7, 14 недели
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии

#### Список основной литературы:

1. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.М., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. Учебник для вузов.-М.: Металлургия, 1982.- 632с.

2. Горелик С.С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учебное пособие для вузов. М.: МИССИС, 2002.-328с.

3. Скаков Ю. А., Горелик С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Практическое руководство. Изд.2-е. М.: Металлургия, 1970.-368с.

4. Уманский Я. С. Рентгенография металлов.-М.: Металлургия, 1967-235с.
10. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г. Основы нанoeлектроники. – Новосибирск, 2000.

**Список дополнительной литературы:**

5. Избранные методы исследования в металловедении / Под ред. Хунгера Г.И. М.: Металлургия, 1985.- 416с.
6. Рентгенография. Спецпрактикум / Под ред. Кацнельсона А.А.. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1985.-416с.
7. Миркин Л.И. Рентгеноструктурный контроль машиностроительных материалов. Справочник. М.: Машиностроение, 1979-134с.
8. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна: Справ. В 3-х томах. /Под ред. Рахштадта А.Г., Капуткиной Л. М. и др.-Т.1. Методы испытаний и исследований.-М.: Интермет инжиниринг, 2004.-688с.