

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Карагандинский государственный технический университет

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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ МАГИСТРАНТА  
(SYLLABUS)**

Дисциплина RMS 6202 «Рентгенография материалов»

Модуль ТРН 03 «Современные методы исследования наносистем»

Специальность 6М071000 - «Нанотехнологии и наноматериалы»

Машиностроительный факультет

Кафедра «Нанотехнологии и металлургия»

## Предисловие

Программа обучения по дисциплине для магистранта (syllabus)  
разработана: к.т.н., доцентом Боранбаева Б.М.

Обсужден на заседании кафедры НТМ

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Одобен учебно-методическим советом машиностроительного факультета

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

## 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 и	практические занятия	лабораторные занятия					
1	3/5	30	15	-	45	90	45	135	тест

### Цель дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является формирование умений и навыков, необходимых при практическом применении знаний производства стали в основных сталеплавильных агрегатах, внепечной обработки стали и разливки стали, а также формирование личности магистранта, развитие его интеллекта и умения логически мыслить при изучении технологических процессов.

### Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие: приобрести знания об общих закономерностях процессов, протекающих в сталеплавильных агрегатах; освоить методы расчета элементов материального и теплового балансов, а также практических задач с использованием теоретических знаний; оценить перспективы развития производства стали в РК и мире.

В результате изучения данной дисциплины магистранты должны **владеть:**

- технологиями выплавки стали в различных металлургических агрегатах; выбирать рациональные способы производства черных металлов, рассчитывать материальные балансы технологических процессов их производства;

**знать:**

- основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию для производства черных металлов; теоретические основы производства стали; технологии выплавки стали в конверторных печах;

**уметь:**

- рассчитывать и анализировать химические и физико-химические про-

цессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах производства черных металлов.

### Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин:

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1 Кристаллография и металлография	Полный курс.

### Постреквизиты

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

### Тематический план дисциплины

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	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.	4	2	-	6	6
2.Теория образования характеристического спектра рентгеновских лучей. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Выбор излучения для структурного анализа. Регистрации рентгеновских лучей.	4	2	-	6	6
3.Рассеяние рентгеновских лучей кристаллической решёткой. Интерференция рентгеновских лучей на кристаллической решётке. Сфера Эвальда. Метод Лауэ.	4	2	-	6	6
4.Метод вращения кристалла. Метод поликристалла. Метод Косселя. Рентгеновская дифрактометрия.	4	2	-	6	6
5.Дифракция на сложных решётках.	4	2	-	6	6

Индицирование рентгенограмм веществ, снятых по методу порошка. Интегральная интенсивность дифракционных максимумов. Экстинкция.					
6.Фазовый анализ. Анализ твёрдых растворов. Применение рентгеновского метода для изучения диаграмм фазового равновесия. Рентгенографический анализ преимущественных ориентировок.	4	2	-	6	6
7.Обратные полюсные фигуры. Рентгенографическое изучение остаточных искажений в структуре материалов. Анализ дефектов кристаллического строения по эффекту уширению линий рентгенограмм.	4	2	-	6	6
8.Определение плотности и характера распределения дислокаций. Просвечивание металлов и сплавов. Рентгеноспектральный анализ.	2	-	-	3	3
<b>ИТОГО:</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>45</b>	<b>45</b>

### Тематический план самостоятельной работы магистранта с преподавателем

Наименование темы СРМП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
1.Физика рентгеновских лучей. Рентгенотехника. Природа и свойства рентгеновских лучей.	Углубление знаний по данной теме	Письменная работа	Составить классификацию	[1, 5, 8]
2.Теория образования характеристического спектра рентгеновских лучей. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество.	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Отчёт по индивидуальным заданиям	[2, 3, 5]
3.Рассеяние рентгеновских лучей кристаллической решёткой.	Углубление знаний по данной теме	Графическая работа	Зарисовать схемы узлов рентгеновского дифрактометра	[1, 2, 3, 8]
4.Метод вращения кристалла. Метод поликристалла. Метод Косселя. Рентгеновская	Углубление знаний по данной теме	Письменная работа	Систематизация	[1, 2, 5, 7]

дифрактометрия.				
5. Дифракция на сложных решётках. Индексирование рентгенограмм веществ, снятых по методу порошка.	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Законы дифракции РЛ	[1, 2, 3]
6. Фазовый анализ. Анализ твёрдых растворов. Применение рентгеновского метода для изучения диаграмм фазового равновесия. Рентгенографический анализ преимущественных ориентировок.	Углубление знаний по данной теме	Графическая работа	Отчет по индивидуальным заданиям	[1, 3, 8]
7. Обратные полюсные фигуры. Рентгенографическое изучение остаточных искажений в структуре материалов.	Углубление знаний по данной теме	Обработка дифракционного профиля рентгенограммы	Отчет по индивидуальным заданиям	[1, 2, 7, 8]
8. Определение плотности и характера распределения дислокаций. Просвечивание металлов и сплавов.	Углубление знаний по данной теме	Графическая работа	Систематизация кристаллического строения металлов	[1, 2, 8]

### 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 междулетного 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).

### Критерии оценки знаний магистрантов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100%.

### График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи	Баллы
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	20
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	20
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	20
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии	40
Итого						100

#### Политика и процедуры

При изучении дисциплины «Рентгенография металлов и сплавов» прошу соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.

2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу представить справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. В обязанности магистранта входит посещение всех видов занятий.
4. Согласно календарному графику учебного процесса сдавать все виды контроля.
5. Пропущенные практические и лабораторные занятия отрабатывать в указанное преподавателем время.
6. В случае невыполнения задания, итоговая оценка снижается.
7. Активно участвовать в учебном процессе, конструктивно поддерживать обратную связь на всех занятиях.
8. Быть вежливым и доброжелательным к сокурсникам и преподавателям.

#### **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.

## Вопросы для самоконтроля

1. Как производится выбор излучения анода рентгеновской трубки при структурном анализе материала?
2. Как производится выбор материала для фильтра?
3. С какой целью применяют фильтр при рентгеновском анализе?
4. Как осуществляется выбор оптимальных условий съёмки вещества?
5. В чём заключается разница между индексами Миллера и индексами интерференции?
6. Что такое флуоресцентное излучение?
7. Назовите условия возникновения флуоресцентного излучения?
8. Какими параметрами описывается светосила прибора (интегральная интенсивность пиков на дифрактограмме)?
9. Что такое результирующая амплитуда рентгеновского излучения?
10. Раскройте физический смысл атомного фактора (атомного множителя)?
11. Что такое структурная амплитуда рассеяния?
12. От каких параметров зависит значение структурной амплитуды рассеяния?
13. Какими факторами оценивается рассеивающая способность атома в кристаллической решётке?
14. Что означает понятие «результирующая амплитуда»?
15. Раскройте физический смысл структурной амплитуды рассеяния?
16. Что такое структурный множитель и его физический смысл?
17. Какие плоскости (индексы) дают отражения в простой кубической решётке?
18. При каких индексах интерференции в ОЦК решётке будут отражения?
19. При каких индексах интерференции в ГЦК решётке будут отражения?
20. При каких условиях в ГЦК решётке будут погасания?
21. Что характеризует в кристаллической решётке структурный фактор?
22. Раскройте физический смысл фактора повторяемости  $\rho_{HKL}$ ?
23. Укажите условия образования коаксиальных конусов?
24. Какие образуются фигуры при пересечении фотоплёнки, которая установлена перпендикулярно к направлению падающих рентгеновских лучей после взаимодействия с веществом?
25. Раскройте физический смысл уравнений Лауэ запишите их общий вид?
26. Укажите, какая зависимость получается после решения 3-х уравнений Лауэ?
27. Как можно преобразовать уравнения Лауэ для кубической решётки  $a = b = c$ ,  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ ?
28. Перечислите основные факторы, которые определяют появление от решётки кристалла?
29. Укажите, что происходит с рентгеновским излучением при выполнении условий Лауэ?
30. С какой целью в рентгенографии введено понятие «обратная решётка»?