

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Евгеньевич

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 04.09.2022 10:38:54

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a56714189b6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

/Е. В. Сафонов /

« 04 сентября » 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов»

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технология материалов

Профиль подготовки

«Технология биосовместимых материалов»

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технология материалов профиль подготовки «Технология биосовместимых материалов»

Программу составил:

доцент, к.физ.-мат.н.  /Т.Ю.Скакова/

Программа дисциплины «**Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технология материалов утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

« 30 » августа 2022 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой  /В.В.Овчинников/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по профилю подготовки «Технология биосовместимых материалов»

« 30 » августа 2022 г.

 /Ю.С.Тер-Ваганянц /

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии  / А.Н. Васильев /

« 13 » 09 2022 г. Протокол: 14-22

Присвоен регистрационный номер:

22.04.01.02/01.2022. 10

1.Цели освоения дисциплины

К основным целям освоения дисциплины «Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов» следует отнести:

- формирование знаний о современных рентгенографических и электронномикроскопических методах структурного анализа материалов для решения материаловедческих задач
- подготовка магистров к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений производить качественные и количественные оценки структурных и фазовых превращений в металлах и сплавах методами структурного анализа.

К основным задачам освоения дисциплины «Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов» следует отнести:

- освоение методик структурного анализа материалов с применением методов рентгенографии и электронной микроскопии и основ анализа экспериментальных данных, полученных методами рентгенографии и электронной микроскопии

2.Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.

Дисциплина «**Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**» относится к числу профессиональных учебных дисциплин обязательной части основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «**Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Металлические биосовместимые материалы
- Методология научно-исследовательской деятельности
- Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов
- Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

3.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • закономерности физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; • физические основы методов рентгенографии и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов) <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; • применять в практической деятельности методы рентгенографического и электронно-микроскопического исследования, при анализе, диагностике свойств веществ (материалов), <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методиками структурного анализа при использовании методов рентгенографии и электронной микроскопии
ОПК-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Возможности и ограничения различных методов структурного анализа • Основные принципы интерпретации экспериментальных результатов,

	и в практической технической деятельности	<p>полученных методами структурного анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Номенклатуру рентгеновских установок и электронных микроскопов <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа • интерпретировать результаты электронно-микроскопических и рентгенографических исследований <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методиками электронно-микроскопических и рентгенографических исследований;
--	---	--

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единицы, т.е. **180** академических часов (из них 144 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины изучаются на втором курсе в третьем семестре.

Третий семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «**Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**» по срокам и видам работы изложены в Приложении А

4. Структура и содержание дисциплины.

Содержание дисциплины.

Тема1 Введение в электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа

Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомно- кристаллического строения.

Тема II Растровая электронная микроскопия

Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. Возможности и ограничения метода

Тема III Просвечивающая электронная микроскопия

Оптическая схема электронного микроскопа. Режимы микродифракции и изображения. Метод фольг. Интерпретация и анализ электронно-микроскопических изображений. Темнопольные и светлопольные изображения. Расчет электронограмм поликристаллического вещества. Анализ точечной электронограммы. Электронно-оптический анализ дислокационной структуры. Определение плотности дислокаций. Изучение границ зерен методом ПЭМ. Прямое разрешение кристаллической решетки.

Тема IV Рентгенографический анализ

Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей. Интерференция рентгеновских лучей, рассеянных трехмерной решеткой. Уравнение Вульфа-Брегга. Метод поликристаллов. Типы съемок и объект исследования. Выбор излучения и режима съемки. Расчет рентгенограмм. Интенсивность линий. Индексирование рентгенограмм от вещества с кубической сингонией. Рентгеновская дифрактометрия

Лекционные занятия (18 часов)

1. Введение. Предмет курса. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном металловедении для изучения структурных особенностей металлических биосовместимых материалов
2. Дифракционные методы и атомно-кристаллическое строение металлических биосовместимых материалов
3. Физика рентгеновских лучей. Уравнение дифракции. Методы рентгеноструктурного анализа
4. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлических биосовместимых материалов
5. Электронно-микроскопические методы исследования металлических биосовместимых материалов. Растровая электронная микроскопия (РЭМ) Принцип работы и конструкция РЭМ.
6. Формирование контраста в РЭМ. Применение РЭМ к исследованию металлических биосовместимых материалов
7. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Конструкция электронного просвечивающего микроскопа и принципы его работы. Методы ПЭМ.
8. Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги. Режим микродифракции.

9. Изучение структурных особенностей металлических биосовместимых материалов методом ПЭМ

Семинары (18 часов)

1. Практическое занятие 1 по теме № 1

Применение световой микроскопии для изучения зеренной структуры металлов и определения размера зерен

2. Практическое занятие 2 по теме № 2 Анализ топографического контраста в РЭМ для исследования формы частиц порошка. Изучение порошков методом РЭМ

3. Практическое занятие 3 по теме № 2 Фрактографический анализ с использованием топографического контраста в РЭМ. Изучение изломов металлических материалов методом растровой электронной микроскопии

4. Практическое занятие 4 по теме № 2 Применение метода РЭМ для решения задач материаловедения

5. Практическое занятие 5 по теме № 3 Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в металлических материалах

6. Практическое занятие 6 по теме № 3 Расшифровка электронограмм

7. Практическое занятие 7 по теме № 3 Сравнительный анализ изображений мартенсита и перлита, полученных различными микроскопическими методами

8. Практическое занятие 8 по теме № 3 Применение метода ПЭМ для решения задач материаловедения

9. Практическое занятие 9 по теме № 4 Применение метода рентгенографии для решения задач материаловедения. Расчет дифрактограмм

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «**Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- лекции;

-- консультации преподавателя по сети Интернет в режиме on- или off-line;

- подготовка каждым магистрантом в течение семестра одного доклада с презентацией;

- выступление каждого магистранта с докладом в форме презентации с использованием деловых игр, дискуссий;

– организация и проведение текущего контроля знаний магистрантов в форме бланкового тестирования;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «**Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.

6.1.1. Формы проведения контроля.

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: доклады, коллоквиумы.

6.1.2. Содержание текущего контроля.

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов.

Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения.

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Форма, предусмотренная учебным планом - экзамен.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в приложении 1.

Также необходимо выполнить задания по практическим работам, список которых представлен ниже.

1. Практическое занятие 1 по теме № 1

Применение световой микроскопии для изучения зеренной структуры металлов и определения размера зерен

2. Практическое занятие 2 по теме № 2 Анализ топографического контраста в РЭМ для исследования формы частиц порошка. Изучение порошков методом РЭМ

3. Практическое занятие 3 по теме № 2 Фрактографический анализ с использованием топографического контраста в РЭМ. Изучение изломов металлических материалов методом растровой электронной микроскопии

4. Практическое занятие 4 по теме № 2 Применение метода РЭМ для решения задач материаловедения

5. Практическое занятие 5 по теме № 3 Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в металлических материалах

6. Практическое занятие 6 по теме № 3 Расшифровка электронограмм

7. Практическое занятие 7 по теме № 3 Сравнительный анализ изображений мартенсита и перлита, полученных различными микроскопическими методами

8. Практическое занятие 8 по теме № 3 Применение метода ПЭМ для решения задач материаловедения

9. Практическое занятие 9 по теме № 4 Применение метода рентгенографии для решения задач материаловедения. Расчет дифрактограмм

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, а также перечисленные практические задания преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

6.2.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Описание</i>
-------------------------	-----------------

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Магистрант демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, магистрант испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация - (зачет) проводится по билетам в устной форме

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Содержание зачетного задания: билет состоит из двух теоретических вопросов. Перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине и из которых формируются экзаменационные билеты изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература

Горелик С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ :учеб. пособие для вузов. / Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. - М.: МИСИС, 2002

б) дополнительная литература

Ф.Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г. Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Ч. 1: Просвечивающая электронная микроскопия :учеб.-метод. пособие 32-8. / сост. - М.: МГИУ, 2012

Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г. Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Ч. 2: Просвечивающая электронная микроскопия :метод. указания к выполнению практ. заданий 32-10. / сост. - М.: МГИУ, 2013

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://mospolytech.ru/index.php?id=309>

www.twirpx.com

<http://metall-2006.narod.ru>

<http://www.iqlib.ru>

www.vlab.wikia.com

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1304. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул Учебное лабораторное оборудование: микроскопы ZASILACZMIKPOSKOPOWYtypTVO 6/20.; твердомер TP 5006 микротвердомеры ПМТ-3М лупы Бринелля.; микроскопы АЛЬТАМИ комплекты образцов для лабораторных работ; шкафы для хранения оборудования и расходных материалов, наглядные пособия.
Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор + экран, компьютер. Учебное и лабораторное оборудование: твердомер TP 5006; шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).

Другое

1. *Раздаточный материал по всем разделам курса.*
2. *Альбом рентгенограмм.*
3. *Альбомы электронно-микроскопических изображений структуры*

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы магистров

Самостоятельная работа магистров – это процесс активного, целенаправленного приобретения магистром новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов. Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы. Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Обязанность преподавателя – научить магистра самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Для успешной самостоятельной работы магистр должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае вы не учитесь мыслить и анализировать услышанное и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д.

Таким образом, на лекции магистр должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Главные задачи лабораторных работ таковы: 1) экспериментальная проверка гипотез; 2) освоение методики измерений и приобретение навыков проведения

эксперимента; 3) изучение принципов работы приборов; 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Магистр должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения магистра к работе, и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время.

Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков. Вычисление искомой величины содержит и расчет погрешностей измерения.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается написанием вывода.

Вопросы для самоконтроля:

1. Введение. Предмет курса. Связь рентгенографии, нейтронографии и электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела.

1. На чём основаны методы структурного анализа?

2. Физика рентгеновских лучей.

1. Как возникает рентгеновское излучение?
2. Что такое жёсткое и мягкое рентгеновское излучение?
3. Как изменяется проникающая способность рентгеновского излучения с уменьшением длины волны?
4. Какому соотношению подчиняется рассеяние кристаллом рентгеновского излучения?
5. Какие величины можно определить из формулы Вульфа-Брэггов, измеряя экспериментально углы дифракционных максимумов?
6. Что такое сплошной и линейчатый спектры?
7. Какие рентгеновские лучи называются монохроматическими?

3. Методы рентгеноструктурного анализа.

1. Какие три основных метода используются в рентгеноструктурном анализе?
2. В чём состоит метод Лауэ?
3. В чём состоит метод Дебая?
4. Как производится выбор излучения?
5. Как осуществляется регистрация дифракционной картины в рентгеновском дифрактометре?

4. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов.

1. Какие методы рентгенографии используются для определения типа твёрдого раствора?
2. Как проводится количественный фазовый рентгеноструктурный анализ?
3. Как проводится рентгеноструктурный анализ закаленной стали?
4. В чём заключается метод построения границы растворимости с помощью рентгеноструктурного анализа?
5. Какие несовершенства кристаллической структуры могут быть изучены методами рентгенографии?
6. С помощью каких методов определяется ориентировка кристалла?

5. Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.

1. Какие линзы используются в электронном микроскопе?
2. На чём основана работа электронного микроскопа?
3. В чём преимущества ПЭМ перед рентгеноструктурным анализом?
4. Какова длина волны электронов, используемая в ПЭМ?
5. Как перейти от режима изображения в режим дифракции в ПЭМ?
6. Как формируется контраст на изображении дислокации в ПЭМ?
7. Что такое экстинкционные контуры?
8. Как выглядят границы зёрен в ПЭМ?

10. Методические рекомендации для преподавателя

В условиях информатизации всех сфер деятельности человека чтение лекций у доски с мелом становится не эффективным. Предлагается использовать презентации, созданные средствами Microsoft Office Power Point. Демонстрация слайдов должна сопровождаться отступлениями от режима демонстрации и пояснениями лектора. Значительную часть слайдов должны занимать иллюстрации. В процессе изложения материала такой лекции необходимо акцентировать внимание слушателей на ключевых понятиях ее темы.

Если требуется к ним возвращаться, то для этого целесообразно прокручивать материал (слайды) назад. При этом следует активизировать внимание студентов вопросами, которые, как правило, касаются весьма простых, но ключевых понятий. Одновременно следует давать студентам время для пометок и записей в своих конспектах.

Изложенный вариант даёт более высокий эффект, если во время лекции на руках у студентов будет раздаточный материал (тезисы или полный конспект лекций, слайды презентации).

Практические занятия предусматривают изучение нового и закрепление проработанного на лекциях теоретического материала. После того, как студенты разберут теоретический материал по данной работе, им предлагается выполнить задание или презентацию по пройденной теме. Часть заданий может выполняться студентами в качестве самостоятельной подготовки к занятиям. Темы практических работ студентам известны заранее, поэтому к каждому занятию студенты приходят подготовленными. Задания по

практическим работам рекомендуется выполнять с использованием программного обеспечения, имеющегося на кафедре

ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

А. Структура и содержание дисциплины.

Б. Фонд оценочных средств.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Направление подготовки:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

ОП (профиль): «Технология биосовместимых материалов»

Кафедра: Материаловедение

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Билеты для экзамена

Деловая (ролевая) игра

Кейс-задачи

Круглый стол (дискуссия)

Коллоквиум

Контрольная работа (бланковое тестирование)

Доклад

Составители: доцент Т.Ю.Скакова

Москва, 2022 год

Таблица 3 Паспорт ФОС по дисциплине **Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	Знания 1 -методы научного исследования; 2 -возможности методов и средств испытаний и исследований материалов; 3. Физические основы методов рентгенографии и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов)	<i>Физика рентгеновских лучей.</i> <i>Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа</i>	Текущий (после завершения изучения темы) Промежуточная аттестация (по окончании семестра)	Экзамен Деловая (ролевая) игра коллоквиум Контрольная работа;	Письменно, устно	Экзаменационные билеты Задания контр. Раб. Доклад

	<p>Умения</p> <p>1.Применять в практической деятельности методы рентгенографического и электронно-микроскопического исследования при анализе, диагностике свойств веществ (материалов),</p> <p>2 -адаптировать, разрабатывать и внедрять методики испытания, маркировки, контроля материалов;</p>	<p>Методы рентгеноструктурного анализа. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию материалов Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.</p>	<p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа; Экзамен Деловая (ролевая) игра</p>	<p>Письменно, устно</p>	<p>Задания по кейс-задам доклад Экзаменационные билеты Задания контр. Раб.</p>
	<p>Навыки:</p> <p>1. Владеть методиками структурного анализа при использовании методов рентгенографии и электронной микроскопии</p> <p>2. Представление результатов исследований в виде отчетов или научных публикаций</p>	<p>Методы рентгеноструктурного анализа. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию материалов Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов</p>	<p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Кейс-задачи Лаб.раб.</p>	<p>устно</p>	<p>Отчет по лаб раб. Задания по кейс-задам</p>

<p>ОПК-4</p> <p>Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</p>	<p>Знания</p> <p>1. Возможности и ограничения различных методов структурного анализа</p> <p>2. Основные принципы интерпретации экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа</p> <p>3. Номенклатура рентгеновских установок и электронных микроскопов</p>	<p><i>Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа.</i></p> <p><i>Методы рентгеноструктурного анализа.</i></p> <p><i>Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию материалов</i></p> <p><i>Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.</i></p>	<p>Текущий (после завершения изучения темы)</p> <p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа;</p> <p>Экзамен Деловая (ролевая) игра</p>	<p>Письменно, устно</p>	<p>Дискуссия</p> <p>Экзаменационные билеты</p> <p>Задания контр. Раб.</p>
---	---	--	---	---	-----------------------------	---

	<p>Умения</p> <p>1. Оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа</p> <p>2. Интерпретировать результаты электронномикроскопических и рентгенографических исследований</p>	<p>Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа.</p> <p>Методы рентгеноструктурного анализа.</p> <p>Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию материалов</p> <p>Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.</p>	<p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа;</p> <p>Экзамен Деловая (ролевая) игра</p>	<p>Письменно, устно</p>	<p>Задания по кейс-задам</p> <p>доклад Экзаменационные билеты</p> <p>Задания контр. Раб.</p>
	<p>Навыки:</p> <p>1. Владеть методиками электронномикроскопических и рентгенографических исследований</p>	<p>Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.</p> <p>Методы рентгеноструктурного анализа</p>	<p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Кейс-задачи</p>	<p>устно</p>	<p>.</p> <p>доклад</p> <p>Задания по кейс-задам</p>

Список вопросов к экзамену (ОПК-1, ОПК-4)

1. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении.
2. Связь рентгенографии, нейтронографии и электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела.
3. Свойства рентгеновских лучей. Основные закономерности сплошного и характеристических спектров.
4. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей. Вторичное характеристическое излучение. Методы регистрации проникающих излучений.
5. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.
6. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей. Интерференция рентгеновских лучей, рассеянных трехмерной решеткой. Уравнение Вульфа-Брегга.
7. Сфера отражения. Условия отражения рентгеновских лучей.
8. Характеристика основных методов рентгеноструктурного анализа с использованием представления об обратной решетке: - метод Лауэ, - метод вращающегося кристалла; - метод поликристаллов.
9. Метод поликристаллов. Типы съемок и объект исследования.
10. Выбор излучения и режима съемки.
11. Расчет рентгенограмм. Интенсивность линий.
12. Индексирование рентгенограмм от вещества с кубической сингонией.
13. Рентгеновская дифрактометрия. Измерение интенсивности. .
14. Метод неподвижного монокристалла.
15. Определение симметрии и ориентировки кристалла.
16. Прецизионное определение периода кристаллической решетки.
17. Рентгенографическое исследование твердых растворов и определение границы растворимости.
18. Анализ напряжений. Определение величины микродеформаций кристаллической решетки по уширению интерференционных линий.
19. Определение размера частиц (областей когерентного рассеяния - ОКР).

20. Качественный и количественный анализ фазового состава сплавов.
21. Анализ карбидных и интерметаллидных фаз в сплавах.
22. Изучение процессов, происходящих при термической обработке сплавов. Рентгенографический анализ закаленной стали.
23. Определение содержания углерода в мартенсите и количества остаточного аустенита. Распад мартенсита при отпуске стали.
24. Исследование преимущественных ориентировок (текстур)
25. Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. Возможности и ограничения метода.
26. Оптическая схема электронного микроскопа.
27. Режимы микродифракции и изображения.
28. Метод фольг.
29. Интерпретация и анализ электронно-микроскопических изображений.
30. Темнопольные и светлопольные изображения.
31. Расчет электронограмм поликристаллического вещества.
32. Анализ точечной электронограммы.
33. Электронно-оптический анализ дислокационной структуры.
34. Определение плотности дислокаций.
35. Изучение границ зерен методом ПЭМ.
36. Прямое разрешение кристаллической решетки
37. Оже-электронная микроскопия
38. Условие Вульфа - Брегга в дифракционных методах структурного анализа.
39. Метод тёмного поля в электронной микроскопии
40. Рентгеновская трубка.
41. Электронно-микроскопический контраст на дислокациях
42. Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ
43. Рентгеновская дефектоскопия в контроле качества металла

Деловая (ролевая) игра (ОПК-1, ОПК-4)

по дисциплине **Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**

1. Тема «Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов»

2. Концепция игры. В ходе деловой (ролевой) игры имитируются реальные условия, отрабатываются конкретные специфические операции, моделируется соответствующий рабочий процесс.

***Краткий сценарий.** Содержание игры. На производственном предприятии возникла проблема ухудшения свойств, характеризующих жаропрочность сплава ЭП-227. Лопатки турбин, выполненные из него, выходят из строя. Представитель предприятия в качестве заказчика обратился в научно-исследовательскую лабораторию и сформулировал проблему. Лаборатория в лице исполнителей выполнила структурные исследования методом электронной микроскопии. Исполнители обнаружили изменения морфологии частиц упрочняющей фазы при изменении температуры испытаний на длительную прочность и доложил результаты начальнику лаборатории. Руководители исследовательской лаборатории сделали замечания, сформулировали причины разупрочнения. На встрече с заказчиком руководитель лаборатории доложил результаты работы и обсудил пути решения проблемы. Заказчик должен задать вопросы и убедиться, что проблема решена.*

3.Роли:

- 1- Заказчики работы (3-4 человека) формулируют проблему и принимают работу лаборатории, участвуя в обсуждении результатов исследования с руководителями лаборатории и исполнителями, соглашаются или нет с предложенными рекомендациями
- 2- Руководители научно-исследовательской работы и его заместитель (3-4 человека) – осуществляют постановку эксперимента: обсуждают между собой пути решения проблемы, приходят к общему мнению касательно постановки эксперимента, необходимости структурных исследований, дают задание исполнителям, формулируют рекомендации заказчику

- 3- Исполнители работы (3-4 человека) – анализируют электронно-микроскопические изображения структуры жаропрочных сплавов при различных режимах термической обработки, интерпретируют изменения электронно-микроскопических изображений частиц упрочняющей фазы

4. Ожидаемый результат:

Формирование профессиональных компетенций в условиях имитации реальных условий при отработке конкретных специфических операций, моделировании соответствующего рабочего процесса.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если, он показал умение интерпретировать изображения ПЭМ, пользуясь полученными теоретическими знаниями, принимал активное участие в обсуждении результатов, обосновывал свою точку зрения;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не смог интерпретировать изображение и не принимал активного участие в обсуждении, не обосновывал свою точку зрения .

Кейс-задача (ОПК-1, ОПК-4)

по дисциплине **Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**

Навыки интерпретации микроструктуры необходимы исследователю, изучающему структуру и свойства материалов и их взаимосвязь. Представленные кейс-задачи моделируют профессионально- ориентированную ситуацию.

Кейс-задача 1

1. Интерпретировать изображения структуры, полученной в металлографическом микроскопе, образцов латуней с различным содержанием цинка,;
2. Интерпретировать изображения структуры, полученной в металлографическом микроскопе, образцов сталей с различным содержанием углерода;

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он провел анализ микрофотографий, сделал вывод о характере микроструктуры, показал умение интерпретировать изображения, пользуясь полученными теоретическими знаниям;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он смог провести анализ микрофотографий, не сделал вывод о характере микроструктуры, не показал умение интерпретировать изображения микроструктуры.

Кейс-задача 2

1. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения структуры образцов металлов, содержащих дислокации;
2. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения структуры образцов металлов, содержащих большеугловые границы зерен;
3. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения мартенситной структуры в образцах различных сталей;

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он провел анализ микрофотографий, сделал вывод о характере дефектов кристаллической решетки, показал умение интерпретировать изображения ПЭМ, пользуясь полученными теоретическими знаниям;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он смог провести анализ микрофотографий, не сделал вывод о характере дефектов кристаллической решетки, не показал умение интерпретировать изображения ПЭМ.

Вопросы для коллоквиумов (ОПК-1, ОПК-4)

по дисциплине **Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**

Вопросы для коллоквиумов и соответствующие компетенции

Тема: *Растровая электронная микроскопия*

1. Физические основы метода РЭМ
2. Принципы работы РЭМ.
3. Анализ изображений, полученных в РЭМ.
4. Задачи, решаемые РЭМ.

Тема: *Просвечивающая электронная микроскопия*

1. Физические основы метода ПЭМ.
2. Оптическая схема ПЭМ.
3. Увеличение и разрешение ПЭМ.
4. Режимы дифракции и изображения в ПЭМ.
5. Анализ микроэлектронограм.
6. Формирование контраста в ПЭМ. изображения.
7. Светлопольные и темнопольные

- 8.Изображения дефектов кристаллической решетки (дислокации, границы зерен и т.д.).
- 9.Прямое разрешение кристаллической решетки.
- 10.Интерпретация электронно-микроскопического контраста.
11. Задачи, решаемые ПЭМ.

Критерии оценки:

-оценка «отлично» выставляется, если студент ответил правильно на все вопросы коллоквиума, достаточно глубоко и прочно освоил материал данного раздела программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его изложил, привел соответствующие примеры, подтверждающие изложенные положения.

-оценка «хорошо» выставляется, если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы.

-оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент освоил только основной материал раздела курса, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.

-оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, не ответил на более половины вопросов.

Задания для контрольной работы (ОПК-1, ОПК-4)

по дисциплине **Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**

Контрольная работа (образец)

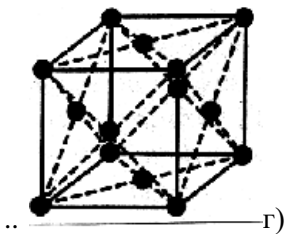
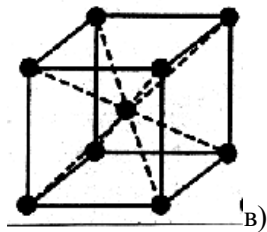
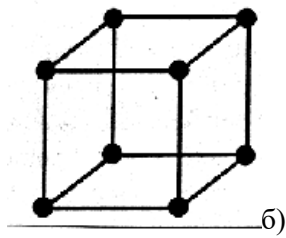
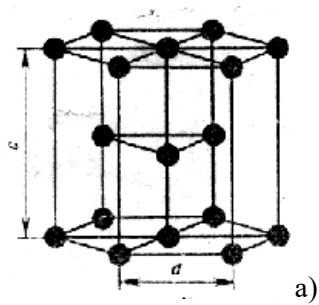
Контрольная работа в виде бланкового тестирования

Ниже приведены в качестве примера варианты индивидуальных заданий контрольной работы по теме *Кристаллическое строение материалов*. Такие индивидуальные задания для контрольных работ разработаны по темам дисциплины 1-6

Вариант 1

1. Задание.

ОЦК (объемноцентрированная кубическая) кристаллическая решетка представляет собой... и имеет обозначения пространственной группы... (символы Германа-Мобэна)



2. Задание.

Точечные дефекты кристаллического строения...

- А) имеют небольшие размеры в одном направлении и большие - в двух других
- Б) малы в двух направлениях и велики - в третьем
- В) во всех трех измерениях малы
- Г) во всех трех измерениях имеют одинаковую протяженность

3. Задание.

Двойное поперечное скольжение могут осуществлять... дислокации

4. Задание.

Элемент симметрии 1 является...

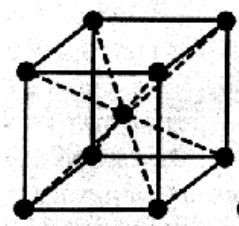
5. Задание.

Записать формулу определения коэффициента заполнения в ГЦК решетке

Вариант 2

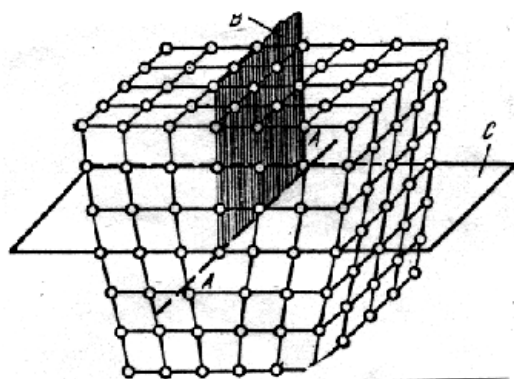
1. Задание.

Назвать тип кристаллической решетки и определить координационное число



2. Задание.

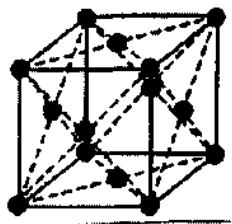
Дефект кристаллической решетки, вызванный наличием в ней лишней полуплоскости, называется...



- А) вакансией
- Б) дислокацией
- В) границей зерна
- Г) примесным атомом

3. Задание.

Число атомов, приходящихся на элементарную ячейку в ГЦК решетке, составляет...



- А) 0
- Б) 1
- В) 4
- Г) 5
- Д) 10

4. Задание.

Сложные решетки всегда имеют...

5. Задание.

Элемент симметрии 4 является...

-оценка «отлично» выставляется, если студент ответил правильно на все вопросы варианта, достаточно глубоко и прочно освоил материал данного раздела программы обучения.

-оценка «хорошо» выставляется, если студент твёрдо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы варианта.

-оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент освоил только основной материал раздела курса, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.

-оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, не ответил на вопросы своего варианта

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов) (ОПК-1, ОПК-4)

по дисциплине **Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**

Дискуссия как оценочное средство позволяет включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

1. Тема занятия: Микроструктурный анализ металлов и сплавов. *Тема дискуссии:* «Возможности и ограничения метода металлографии»

2. Тема занятия: Сравнительная оценка методов структурного анализа материалов.

Тема дискуссии: «Оснащение научно- исследовательской лаборатории оборудованием с учетом возможностей обсуждаемых методик, задач, стоящих перед лабораторией и примерной стоимости соответствующего оборудования»

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он принимал активное участие в дискуссии, обосновывал свою точку зрения, например, сумел раскрыть суть проблемы, показал знания обсуждаемых методов и методик;

- оценка "не зачтено" выставляется студенту, если он не принимал активного участие в дискуссии, не мог обосновать свою точку зрения, не смог раскрыть суть проблемы и обсуждаемых методов и методик.

Темы докладов (ОПК-1, ОПК-4)

по дисциплине **Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов**

Тема

Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материаловедении.

1. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении.
2. История открытия рентгеновских лучей.

3. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество.
4. Рентгенотехника.
5. Рентгеновские трубки.
6. Количественный рентгеноструктурный анализ.
7. Материаловедческие задачи, решаемые методом рентгеноструктурного анализа
8. Количественный рентгеноструктурный анализ.
9. Рентгеноструктурный анализ закаленной стали.
10. Современные электронные микроскопы.
11. Растровая электронная микроскопия.
12. Материаловедческие задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии
13. Оже-микроскопия
14. Рентгеноспектральный анализ
15. Дифракционный контраст на дефектах кристаллической структуры.
16. Особенности электронно-микроскопических изображений границ зерен.
17. Анализ электронно-микроскопических изображений мартенситных кристаллов.
18. Фазовый контраст в электронной микроскопии.
19. Абсорбционный контраст в электронной микроскопии.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он сумел раскрыть суть проблемы, показал знания методов и методик структурного анализа;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не смог раскрыть суть проблемы, не показал знания методов и методик структурного анализа.

**Структура и содержание дисциплины «Электронномикроскопические и дифракционные методы анализа материалов» по направлению подготовки
22.04.01 Материаловедение и технология материалов
Профиль подготовки
«Технология биосовместимых материалов»**

(магистр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	доклад	К/р	Э	З
	Первый семестр														
1.1	Тема1 Введение в электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа 1.Лекция 1 Сравнительная характеристика прямых методов изучения структуры материалов	3	1	2			8								
1.2	1. Практическое занятие 1 по теме № 1 Применение световой микроскопии для изучения зеренной структуры металлов и определения размера зерен	3	2		2		8								
1.3	2.Лекция 2 Растровый электронный микроскоп	3	3	2			8					+			

1.10	5.Практическое занятие 5 по теме № 3 Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в металлических материалах	3	10	2		8								
1.11	Тема III Просвечивающая электронная микроскопия 6.Лекция 6 Просвечивающий электронный микроскоп и методы электронно-микроскопического исследования	3	11	2		8								
1.12	6.Практическое занятие 6 по теме № 3 Расшифровка электронограмм	3	12	2		8								
1.13	7. Лекция7 Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги	3	13	2		8		+						
1.14	7.Практическое занятие 7 по теме № 3 Сравнительный анализ изображений мартенсита и перлита, полученных различными микроскопическими методами	3	14	2		8								
1.15	8.Лекция 8 Анализ микродифракционных картин	3	15	2		8		+				+		
1.16	8.Практическое занятие 8 по теме № 3 Применение	3	16	2		8								

	метода ПЭМ для решения задач материаловедения													
1.17	Тема IV Рентгенографический анализ 9.Лекция 9 Рентгенографический анализ	3	17	2			8		+					
1.18	9.Практическое занятие 9 по теме № 4 Применение метода рентгенографии для решения задач материаловедения. Расчет дифрактограмм	3	18		2		8							
	<i>Форма аттестации</i>		18						+					3
	Всего часов по дисциплине во третьем семестре			18			144							