

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана ФМАТ

В.И. Ряжских

« 21 » августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Специальные методы исследования материалов»

Направление подготовки 27.03.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль Стандартизация и сертификация

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

Лукин А.А.

Заведующий кафедрой
Материаловедения и
физики металлов

Жиляков Д.Г.

Руководитель ОПОП

Юрьев В.А.

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Передача студентам фундаментальных знаний теории дифракции рентгеновских лучей на совершенном кристалле и кристалле, содержащем дефекты кристаллического строения, наноматериалах. Развитие умений использовать на практике методы рентгеноструктурного анализа, рентгеноспектрального анализа, рентгеновской дефектоскопией металлов и сплавов. Формирование у студентов концепций современного мировоззрения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Научить использовать методы рентгеновской дифракционной микроскопии для анализа фазового и структурного состояния металлов и сплавов; научить выявлять структурные несовершенства методами микрорентгенографии. Выработать навыки расчета рентгенограмм, анализа дифракционного контраста рентгеновских топограмм.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Специальные методы исследования материалов» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Специальные методы исследования материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-20 - способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-20	Знать условия применимости методов рентгеноспектрального анализа; преимущества и недостатки методов рентгеноспектрального анализа; основные модели рентгеновских спектрографов и спектрометров; иметь представление о методах фокусировки рентгеновских спектрографов и спектрометров
	Уметь определять классы материалов по структуре, свойствам и назначению; анализировать необходимый комплекс эксплуатационных и технологических свойств материалов
	Владеть методами исследования фазовых и структурных превращений; умениями прогнозировать структурно-фазовые изменения в сплавах и композитах при внешних воздействиях и определять способы стабилизации структуры

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Специальные методы исследования материалов» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	92	92
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Физика рентгеновских лучей	Получение рентгеновских лучей, их природа. Основные свойства рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Закон ослабления интенсивности рентгеновских лучей при прохождении через вещество.	6	-	20	30
2	Основные методы рентгеноструктурного анализа	Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Уравнение Вульфа-Брегга. Уравнение Вульфа-Брегга в обратной решетке. Уравнение Лауэ. Геометрическая интерпретация дифракции с помощью сферы Эвальда.	6	18	28	44

		<p>Метод вращающегося монокристалла и его применение, объяснение происхождения слоевых линий на рентгенограмме в представлении обратной решетки.</p> <p>Метод поликристалла (порошка). Рентгеноструктурный качественный и количественный фазовый анализы. Качественный фазовый анализ и его чувствительность. Количественный фазовый анализ. Анализ двухфазных композиций методом градуировочной кривой.</p> <p>Классификация текстур. Полусные фигуры и их построение с помощью дифрактометра. Изучение аксиальной текстуры.</p> <p>Ограниченные текстуры. Их анализ с помощью прямых полюсных фигур. Обратные полюсные фигуры и их использование для исследования текстур.</p>				
3	Рентгеноспектральный анализ	<p>Физические основы рентгеноспектральных методов анализа химического состава. Характеристика рентгеноспектральных методов, области применения, используемое оборудование. Микрорентгеноспектральный локальный анализ. Количественный рентгеноспектральный микроанализ. Применение рентгеноспектрального микроанализатора в металловедении.</p> <p>Эмиссионный спектральный анализ, физические основы. Качественный, полукачественный и количественный спектральный анализ. Область применения. Флуоресцентный метод анализа. Методы внешнего и внутреннего стандартов. Бескристальный анализатор. Абсорбционный метод количественного рентгеноспектрального анализа.</p> <p>Микрорентгеноспектральный анализ. Устройство микроанализатора MAP.</p>	6	2	24	34
Итого			18	18	72	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Физика рентгеновских лучей	<p>Получение рентгеновских лучей, их природа. Основные свойства рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Закон ослабления интенсивности рентгеновских лучей при прохождении через вещество.</p>	2	-	26	28
2	Основные методы рентгеноструктурного анализа	<p>Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Уравнение Вульфа-Брегга. Уравнение Вульфа-Брегга в обратной решетке. Уравнение Лауэ. Геометрическая интерпретация дифракции с помощью сферы Эвальда.</p> <p>Метод вращающегося монокристалла и его применение, объяснение происхождения слоевых линий на рентгенограмме в представлении обратной решетки.</p> <p>Метод поликристалла (порошка). Рентгеноструктурный качественный и количественный фазовый анализы. Качественный фазовый анализ и его чувствительность. Количественный фазовый анализ. Анализ двухфазных композиций методом градуировочной кривой.</p> <p>Классификация текстур. Полусные фигуры и их построение с помощью дифрактометра. Изучение аксиальной текстуры.</p> <p>Ограниченные текстуры. Их анализ с помощью прямых полюсных фигур. Обратные</p>	2	4	36	42

		полюсные фигуры и их использование для исследования текстур.				
3	Рентгеноспектральный анализ	Физические основы рентгеноспектральных методов анализа химического состава. Характеристика рентгеноспектральных методов, области применения, используемое оборудование. Микрорентгеноспектральный локальный анализ. Количественный рентгеноспектральный микроанализ. Применение рентгеноспектрального микроанализатора в металловедении. Эмиссионный спектральный анализ, физические основы. Качественный, полукачественный и количественный спектральный анализ. Область применения. Флуоресцентный метод анализа. Методы внешнего и внутреннего стандартов. Бескристалльный анализатор. Абсорбционный метод количественного рентгеноспектрального анализа. Микрорентгеноспектральный анализ. Устройство микроанализатора MAP.	2	2	30	34
Итого			6	6	92	104

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Рентготехника. Изучение рентгеновских трубок и аппаратов.
2. Рентготехника. Выбор типа камер и условий съемки в зависимости от задач исследования.
3. Установление вещества по данным о межплоскостных расстояниях.
4. Определение ориентировки кристалла методом Лауэ.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение контрольной работы в 8 семестре для заочной формы обучения.

Примерный перечень вопросов к контрольной работе:

- Природа рентгеновских лучей.
- Основные свойства рентгеновских лучей.
- Рентгеновские спектры.
- Устройство рентгеновской трубки.
- Устройство рентгеновских аппаратов.
- Явление рассеяния.
- Дифракция рентгеновских лучей на кристалле.
- Уравнение Вульфа-Брегга.
- Уравнение Лауэ
- Метод Лауэ.
- Метод вращающегося монокристалла.
- Метод поликристалла (порошка).
- Метод внешнего стандарта.
- Классификация текстур.
- Эмиссионный метод рентгеноспектрального анализа.
- Микрорентгеноспектральный анализ.

- Флуоресцентный метод анализа.
- Абсорбционный метод количественного рентгено-спектрального анализа.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-20	Знать условия применимости методов рентгеноспектрального анализа; преимущества и недостатки методов рентгеноспектрального анализа; основные модели рентгеновских спектрографов и спектрометров; иметь представление о методах фокусировки рентгеновских спектрографов и спектрометров	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь определять классы материалов по структуре, свойствам и назначению; анализировать необходимый комплекс эксплуатационных и технологических свойств материалов	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами исследования фазовых и структурных превращений; умениями прогнозировать структурно-фазовые изменения в сплавах и композитах при внешних воздействиях и определять способы стабилизации структуры	Решение задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-20	Знать условия применимости методов рентгеноспектрального анализа; преимущества и недостатки методов рентгеноспектрального анализа; основные модели рентгеновских спектрографов и спектрометров; иметь представление о методах фокусировки рентгеновских спектрографов и спектрометров	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь определять классы материалов по структуре, свойствам и назначению; анализировать необходимый комплекс эксплуатационных и технологических свойств материалов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Владеть методами исследования фазовых и структурных превращений; умениями прогнозировать структурно-фазовые изменения в сплавах и композитах при внешних воздействиях и определять способы стабилизации структуры	Решение задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Условием положительной интерференции дифрагированных лучей является

а) Разность хода лучей должна быть кратна периоду волны излучения

б) Разность хода лучей должна быть кратна полупериоду волны излучения

в) Верны оба утверждения

2. Как меняется радиус сферы Эвальда с увеличением длины волны излучения

- а) Не изменяется
- б) Увеличивается
- в) Уменьшается

3. Угловая ширина дифракционного пика зависит от

- а) От энергии излучения
- б) От размеров кристаллитов
- в) От соотношения аморфной и кристаллической фаз

4. В чем состоит принципиальное отличие растрового электронного микроскопа (РЭМ) от просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ)?

- а) В РЭМ в качестве источника электронов используется катод из гексаборида лантана, в ПЭМ – вольфрамовый катод
- б) В РЭМ отсутствует характерная для ПЭМ электронно-оптическая схема формирования изображения, использующая непосредственно излучение, вышедшее из образца (прошедшее через образец).
- в) РЭМ в отличие от ПЭМ можно эксплуатировать в атмосфере воздуха

5. Какие электроны используют для формирования изображения в РЭМ?

- а) Неупруго отраженные и вторичные
- б) Упруго рассеянные на малые углы
- в) Оже-электроны
- г) Фотоэлектроны

6. Глубина области возбуждения в материале фото-, рентгеновского и электронного излучения при воздействии электронного пучка в РЭМ составляет

- а) 10-100 нм;
- б) до 5 мкм;
- в) до 10 Å

7. В процессе рентгеноспектрального микроанализа определяют:

- а) элементный состав образца;
- б) магнитные свойства образца;
- в) рельеф поверхности образца;
- г) распределение носителей заряда по поверхности образца.

8. Какие поверхности не позволяет исследовать РЭМ без специальной подготовки?

- а) Магнитные
- б) Диэлектрические
- в) Проводящие

9. Уравнение Вульфа-Брэггов является частным случаем

- а) Уравнения Лейбница
- б). Уравнения Бугера-Ламберта

- в). уравнения Лауэ
- г). уравнения Дебая

10. Какие поверхности позволяет исследовать атомно-силовая микроскопия?

- а). Только диэлектрические
- б) Только проводящие
- в) Обе указанные

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Уравнение Вульфа — Брэгга записывается формулой

- а) $\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$.
- б) $2 d \sin \theta = n\lambda$
- в) $\ln I_0 / I_D = -\mu D$
- г) $h\nu = P + mV^2 / 2$

2. По лауэграмме можно определить

- а) фазовый состав
- б) внутренние напряжения
- в) ориентировку монокристал-ла
- г) элементный состав

3. Макронапряжения исследуют по дифрактограмме определяя

- а) набор межплоскостных расстояний
- б) уширение дифракционного максимума
- в) изменение интенсивности дифракционного максимума
- г) изменение положения дифракционного максимума

4. Микронапряжения исследуют по дифрактограмме определяя

- а) набор межплоскостных расстояний
- б) уширение дифракционного максимума
- в) изменение интенсивности дифракционного максимума
- г) изменение положения дифракционного максимума

5. Селективно поглощающий фильтр используют чтобы:

- а) выделить одну длину волны сплошного спектра
- б) отфильтровать мешающую компоненту характеристического спектра
- в) уменьшить интенсивность минимальной длины волны сплошного спектра
- г) уменьшить интенсивность максимальной длины волны сплошного спектра

6. При нагревании образца линии на дебаэграмме смещаются

- а) к калиматору
- б) к тубусу
- в) занимают неизменное положение
- г) занимают неизменное положение и уширяются

7. Балансированные фильтры Росса непригодны для анализа

- а) тяжелых элементов

- б) легких элементов
- в) радиоактивных элементов
- г) элементов в кристаллическом состоянии

8. Существуют два метода абсорбционного анализа: –метод поглощения непрерывного спектра и метод поглощения характеристического спектра. Чувствительность второго метода

- а) выше
- б) ниже
- в) одинакова
- г) выше при использовании кристаллических структур

9. Основным недостатком эмиссионного (по первичным характеристическим спектрам) спектрального анализа является

- а) при исследовании вещество нагревается и поэтому анализ легко испаряющихся веществ затруднен
- б) метод применяют в основном при определении сравнительно тяжелых примесей в жидкостях
- в) образец располагается вне рентгеновской трубки
- г) метод обладает сравнительно низкой чувствительностью-0,5-0,15 %.

10. В методе количественного рентгеноспектрального анализа всегда используют

- а) эталон
- б) специальный фильтр
- в) радиоактивный элемент
- г) специальные растворы

7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Получение рентгеновских лучей, их природа.
2. Основные свойства рентгеновских лучей.
3. Рентгеновские спектры. Излучение со сплошным спектром, его происхождение и свойства.
4. Характеристический спектр, теория его происхождения и закономерности.
5. Устройство рентгеновской трубки.
6. Устройство рентгеновских аппаратов.
7. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество.
8. Закон ослабления интенсивности рентгеновских лучей при прохождении через вещество. Линейный и массовый коэффициенты ослабления.
9. Основы рентгеновской и гамма-дефектоскопии. Факторы, влияющие на ее чувствительность. Компенсаторы и их применение.
10. Явление рассеяния. Когерентное и некогерентное (комptonовское) рассеяние рентгеновских лучей.
11. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле.
12. Уравнение Вульфа-Брегга.

13. Уравнение Вульфа-Брегга в обратной решетке
14. Уравнение Лауэ
15. Геометрическая интерпретация дифракции с помощью сферы Эвальда.
16. Методы исследования монокристаллов. Метод Лауэ.
17. Метод вращающегося монокристалла и его применение, объяснение происхождения слоевых линий на рентгенограмме в представлении обратной решетки.
18. Метод поликристалла (порошка). Аналитическое и графическое индентирование рентгенограмм кристаллов кубической и средних сингоний. Определение периодов решетки.
19. Рентгеноструктурный качественный и количественный фазовый анализы. Количественный фазовый анализ. Анализ двухфазных композиций методом градуировочной кривой.
20. Определение содержания фазы в многофазной композиции методом подмешивания внутреннего стандарта. Метод внешнего стандарта.
21. Анализ текстурированных материалов, внутренних напряжений, процессов при нагреве деформированных материалов.
22. Классификация текстур.
23. Полюсные фигуры и их построение с помощью дифрактометра.
24. Изучение аксиальной текстуры.
25. Ограниченные текстуры. Их анализ с помощью прямых полюсных фигур. Обратные полюсные фигуры и их использование для исследования текстур.
26. Кристаллы для спектрографов и спектрометров.
27. Мозаичные монокристаллы.
28. Эмиссионный метод рентгеноспектрального анализа.
29. Качественный анализ и количественный анализ в эмиссионном методе рентгеноспектрального анализа.
30. Микрорентгеноспектральный анализ.
31. Микроанализаторы.
32. Схема и устройство микроанализатора MAP-2
33. Флуоресцентный метод анализа.
34. Многоканальный квантометр. Безкристальный анализатор. Сбалансированный фильтр Росса.
35. Абсорбционный метод количественного рентгено-спектрального анализа.

7.2.4 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 20.

Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 14 баллов.

Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 14 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Физика рентгеновских лучей	ПК-20	Тест, устный опрос
2	Основные методы рентгеноструктурного анализа	ПК-20	Тест, устный опрос, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Рентгеноспектральный анализ	ПК-20	Тест, устный опрос, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Лукин, А.А. Структура и дифракционные методы анализа кристаллических материалов [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (18,0 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. - 1 файл. - 30-00.

2. Лукин, А.А. Текстуры и методы их исследования : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 80 с. - 41-00.

3. Лукин, А.А. Рентгенография металлов [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (18.1Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 1 файл. - 30-00.

4. Лукин, А.А. Специальные методы исследования материалов : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 133 с. - 51-00.

5. Материаловедение и технология конструкционных материалов : Учебник / под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепашина. - М. : Академия, 2007. - 448 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-4186-5 : 469-00.

6. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсам "Кристаллография, рентгенография, микроскопия" и "Специальные методы исследования конструкционных материалов" для студентов специальностей 150702 "Физика металлов" и 200503 "Стандартизация и сертификация" очной формы обучения. Ч.2 / Каф. материаловедения и физики металлов; Сост.: А. А. Лукин, З. С. Лукина. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010. - 34 с. - 39 экз., 00-00.

7. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсам "Кристаллография, рентгенография, микроскопия" и "Специальные методы исследования конструкционных материалов" для студентов специальностей 150702 "Физика металлов" и 200503 "Стандартизация и сертификация" очной формы обучения. Ч.1 / Каф. материаловедения и физики металлов; Сост.: А. А. Лукин, З. С. Лукина. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010. - 45 с. - 39 экз., 00-00.

8. Методы исследования атомной структуры и субструктуры материалов : учеб. пособие. - Воронеж : ВГТУ, 2001. - 446 с. - 40.00.

9. Данилов, Ю.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2006. - 233 с. - 69-00.

10. Кларк Э.Р. Микроскопические методы исследования материалов [Электронный ресурс]: монография/ Кларк Э.Р., Эберхард К.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2007.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12728.html>.— ЭБС «IPRbooks»

11. Филимонова Н.И. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Филимонова Н.И., Кольцов Б.Б.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 134 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45104.html>.— ЭБС «IPRbooks»

12. Величко А.А. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Часть II [Электронный ресурс]:

учебное пособие/ Величко А.А., Филимонова Н.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 227 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45105.html>.— ЭБС «IPRbooks»

13. Современные методы исследований функциональных материалов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Н.Н. Абрамов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2011.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56745.html>.— ЭБС «IPRbooks»

14. Вознесенский Э.Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.— 184 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61986.html>.— ЭБС «IPRbooks»

15. Каныгина О.Н. Физические методы исследования веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Каныгина О.Н., Четверикова А.Г., Бердинский В.Л.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 141 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33663.html>.— ЭБС «IPRbooks»

16. Панова Т.В. Современные методы исследования вещества. Электронная и оптическая микроскопия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Панова Т.В.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60748.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1	Операционные системы, средства просмотра Web, поисковые системы, средства работы с текстовой, графической и видео информацией	<i>Лицензионные:</i> Windows XP и выше; <i>свободно распространяемые:</i> Internet Explorer 7 и выше, Chrome, Google, Yandex, Open Office, Acrobat Reader
2	Сайт библиотеки ВГТУ и ИОС ВГТУ	http://catalog.vorstu.ru http://eios.vorstu.ru
3	Электронные библиотеки, профессиональные базы данных и информационные справочные системы	http://www.elabory.ru http://www.iprbookshop.ru http://eqworld.ipmnet.ru http://dic.academic.ru http://m.mathnet.ru

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1	<i>Лекции:</i> специализированное помещение для проведения лекционных занятий
9.2	<i>Лабораторные работы:</i> специализированное помещение для проведения лабораторных работ

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Специальные методы исследования материалов» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации.

	Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--	--