

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Материаловедения и металлургии  
Кафедра Термообработки и физики металлов

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

С.Т.Князев

2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ И  
СПЛАВОВ

Рекомендована учебно-методическим советом ИММг  
для направлений подготовки и специальностей:

Код ООП	Направление	Направленность программы магистратуры	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
22.04.01/09.01	Материаловедение и технологии материалов	Материаловедение, технологии получения и обработки металлических материалов со специальными свойствами	5254	Б1.13.2

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины-модуля составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Карабаналов Максим Сергеевич	Доцент, к.т.н.	доцент	ТОФМ	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры:

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Термообработки и физики металлов [Кафедра, преподающая дисциплину]	14.05.2015	05	Попов Артемий Александрович	
2	Термообработки и физики металлов [Выпускающая кафедра]*	14.05.2015	05	Попов Артемий Александрович	

Согласовано:

Начальник отдела образовательных программ

Председатель учебно-методического совета  
ИММТ

19.05.2015, протокол № 12

  
Е.В. Сатыбалдина

  
В.В.Шимов

# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Рабочая программа дисциплины-модуля составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.04.01	Материаловедение и технологии материалов	28.08.2015	907

## 1.1. Требования к результатам освоения дисциплины-модуля

РО 1 Способность моделировать, организовывать, выполнять, обрабатывать и анализировать экспериментальные исследования в профессиональной деятельности.

РО 2 Способность осуществлять выбор материалов и управлять качеством готового продукта на основе анализа условий эксплуатации изделий.

Изучение дисциплины-модуля направлено на формирование компетенций:

ОК – 1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОК – 3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

ОК – 4 способность пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, четко и ясно излагать проблемы и решения, аргументировать выводы;

ОК -5 способность подготавливать и представлять презентации планов и результатов собственной и командной деятельности;

ОК-6 готовность формировать и отстаивать собственные суждения и научные позиции, анализировать и делать выводы по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности, в том числе, с учетом экологических последствий;

ОК- 7 готовность самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы) и ставить новые исследовательские задачи.

ОПК-1 готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-3 способность самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов в профессиональной деятельности;

ОПК-4 способность применять основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач с учетом последствий для общества, экономики и экологии;

ОПК-6 способность выполнять маркетинговые исследования и разрабатывать технико-

экономическое обоснование инновационных решений в профессиональной деятельности;  
ОПК-7 готовность проводить патентный поиск, исследовать патентоспособность и показатели технического уровня разработок и использовать процедуры защиты интеллектуальной собственности;

ОПК-8 готовность проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний;

ОПК-9 способность к самостоятельному освоению новых методов исследования и изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности.

ПК-3 способность понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации; использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания;

ПК-4 способность использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением;

ПК-5 способность самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности;

ДПК-3 способность применять инновационные методы и технологии в процессе исследований;

ДПК-4 способность корректно интерпретировать и анализировать результаты исследований с использованием стандартных средств;

ДПК-10 способность пользоваться информационными базами данных.

## 1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины-модуля студент должен:

**Знать:** Знание технических характеристик используемого оборудования, знание методик работы на современном оборудовании и приборах, знание физических и химических основ, принципов и методик исследований, испытаний и диагностики материалов, знание научных методов в организации разработок и исследований в области новых материалов и процессов их производства, знание методик испытаний и диагностики материалов

**Уметь:** Умение использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, структуры и свойств материалов и изделий из них, планирования и реализации исследований и разработок, умение эксплуатации современного оборудования и приборов, умение формулировать новые исследовательские задачи на основе возникающих проблем, умение связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью, умение анализировать результаты контроля качества, умение организовывать исследовательские и проектные работы

**Владеть:** Владение базовыми знаниями теоретических и прикладных наук, владение навыками профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, владение современными методами анализа и определения физических, химических и механических свойств перспективных материалов, владение навыками приобретения нового знания путем исследований, оценки, интерпретации и интегрирования знаний, владеет базовыми знаниями теоретических и прикладных наук при экспериментальном исследовании материалов и процессов, владение навыками комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, владеет навыками планирования и реализации исследований и разработок, владение навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров

технологических процессов, структуры и свойств материалов и изделий из них.

### 1.3. Место дисциплины-модуля в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	обучение в бакалавриате
2. Кореквизиты*	
3. Постреквизиты*	

\* Данные поля заполняется в случае необходимости. Все остальные поля заполняются обязательно

### 1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины-модуля по очной форме обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебные семестры, номер
		1
Аудиторные занятия, час.	90	90
Лекции, час.	18	18
Практические занятия, час.	18	18
Лабораторные работы, час.	54	54
Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час.	90	90
Вид промежуточной аттестации (Э, З)		Э
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	180	180
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	5	5

### 1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины-модуля

В рамках дисциплины обучающимся даются представления о теории и практике методов анализа атомно-кристаллической структуры вещества и его элементного (химического) состава, необходимые для изучения всех дисциплин металлофизического цикла, дать фундаментальные представления о современных методах изучения структуры и статистических методах обработки экспериментальных данных, привить навыки работы с современным оборудованием для структурного анализа; научить правильному использованию и интерпретации данных для исследования характеристик монокристаллов, характеристик тонкой структуры сталей и сплавов после различных обработок, процессов упорядочения в них, строения вторых фаз; научить обоснованному выбору рациональных комбинаций методик и оценки достоверности их результатов.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Металлографические методы исследования	Исследование макроструктуры. Металлографические исследования: изготовление образцов, травление микрошлифов. Основные типы и конструктивные

		особенности металлографических микроскопов. Специальные методы: высоко и низкотемпературная металлография, исследование деформации образцов под микроскопом, интерференционный метод. Принципы количественной металлографии.
P2	Растровая электронная микроскопия	Растровая электронная микроскопия и микрорентгеновский спектральный анализ. Принцип работы и принципиальная схема современных растровых электронных микроскопов. Принципы получения изображения, качественный и количественный анализ содержания химических элементов. Выбор условий работы РЭМ и подготовка образцов. Дифракция отраженных электронов. Аппаратура. Анализ дифракционных картин и основные результаты исследований. Спектроскопия Оже-электронов. Механизм Оже-эффекта и характеристика спектра Оже-электронов. Экспериментальная техника и применение Оже-электронной спектроскопии.
P3	Просвечивающая электронная микроскопия	Просвечивающая электронная микроскопия и микрорентгеновский спектральный анализ тонких фольг. Принцип работы и принципиальная схема современных просвечивающих электронных микроскопов. Принципы получения изображения, качественный и количественный анализ содержания химических элементов. Выбор условий работы ПЭМ и подготовка образцов.
P4	Рентгенографический анализ текстуры твердых тел.	Современные методы рентгеноанализа текстуры металлов и сплавов. Методы оценки текстуры по прямым полюсным фигурам, оценки характеристик тонкой структуры наклепанных образцов. Сопоставление их результатов и современная трактовка.
P5	Организация лаборатории структурных методов анализа	Задачи, решаемые лабораторией структурного анализа; основные методы исследования, применяемые в научно-исследовательских институтах и центральных заводских лабораториях. Выбор оборудования для лаборатории структурных методов анализа исследовательского и контрольного характера.

*\*Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем, либо только темы*

### **3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)**

#### **3.1. Распределение для изучаемой дисциплины-модуля аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения**



## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Наименование работы	Объем учебного времени, час.
	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с оборудованием лаборатории	2
P1	Устройство и эксплуатация современных металлографических микроскопов и анализаторов структуры	10
P1	Приготовление объектов для исследования в оптическом микроскопе	4
P2	Знакомство с устройством, принципом работы растрового электронного микроскопа	6
P2	Применение РЭМ в металлофизике	6
P3	Знакомство с устройством и принципом работы просвечивающей электронной микроскопии	6
P3	Приготовление объектов для электронномикроскопического исследования	6
P4	Устройство и эксплуатация современного рентгеновского дифрактометра	6
P4	Определение фазового состава при помощи дифрактограмм	6
P4	Изучение тонкой структуры монокристаллов и крупнокристаллических образцов методами рентгеновской топографии	6
	Всего	54

### 4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Наименование работы	Объем учебного времени, час.
P2	Определение качественного и количественного химического состава методом МРСА	4
P2	Определение и расчет кристаллографической текстуры методом EBSD	4
P3	Индексирование электронограмм	10
	Всего	18

### 4.3. Самостоятельная работа студентов

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Кристаллографическое описание фаз, их ориентационное соотношение в сплавах.

#### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

#### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Исследование структуры химического и фазового составов металлов методами



аналитической электронной микроскопии

**4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)**

Не предусмотрено

**4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ**

Не предусмотрено

**4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)**

Не предусмотрено

**4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ**

1. Оптическая металлография
2. Растровая электронная микроскопия и МРСА
3. Просвечивающая электронная микроскопия

**4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов**

Современные тенденции в развитии методов исследования

**5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1	Командная работа	+	+	+									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			+									
P3	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			+									
	Командная работа	+		+									
P4	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			+									
	Командная работа	+		+									
P5	Методы проблемного обучения (дискуссии,			+				+					

поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)													
Командная работа	+		+										

## 6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

### 6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.

В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – к курс. (утверждается по предложению выпускающей кафедры учебно-методическим советом института)

### 6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b> (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций (1 семестр)		40
СРС: выполнение контрольной работы		60
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек. = 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек. = 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. = 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b> (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение практических /семинарских занятий		30
Выполнение контрольной работы на занятии		50
СРС - выполнение домашних расчетных работ и т.д.		20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак. = 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. = 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. = 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b> (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лабораторных занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Участие в лабораторных работах		30
Выполнение задания по проведению эксперимента		50
СРС - выполнение домашней работы и т.д.		20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб. = 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром.лаб. = 0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр,	Максимальная
---	------------------	--------------

(перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время выполнения курсовой работы)	учебная неделя	оценка в баллах
Не предусмотрено		30
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – к тек.курс.= 0,0		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – к пром.курс.= 0,0		

#### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 1	к сем. 1=
Семестр 2	к сем. 2=

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

- Архангельская, А. А. Дифракционные методы анализа / Архангельская А.А., Фарбер В.М. ЭИ. 2005. в корпоративной сети УрФУ. URL: [http://study.urfu.ru/view/Aid\\_view.aspx?AidId=24](http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=24)
- Современные проблемы науки: учебное пособие / Л.Н. Ясницкий, Т.В. Данилевич. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 294 с.
- Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. М.: Металлургия, 2005, 583 с.
- Степанова, Н. Н. Методы исследования материалов / Степанова Н.Н. ЭИ. 2007. Учебное пособие. в корпоративной сети УрФУ. URL: [http://study.urfu.ru/view/Aid\\_view.aspx?AidId=479](http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=479)
- Д. Брандон, У. Каплан Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М: Техносфера 2004. 377 с.
- Металловедение и термическая обработка стали и чугуна: справочник: в 3 т. Т. 1. Методы испытаний и исследования / [Б.С. Бокштейн, Ю.Г. Векслер, Б.А. Дроздовский и др.] / под ред. А.Г. Рахштадта, Л.М. Капуткиной, С.Д. Прокошкина, А.В. Супова. М.: Интернет Инжиниринг, 2004. 688 с.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

- Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов / Б. Фульц, Дж. М. Хау; пер. с англ. 3-го изд. В. И. Даниленко под ред. А. В. Мохова. М.: Техносфера, 2011.
- Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие для студентов вузов / [Е.Д. Мишина, Н.Э. Шерстюк, А.А. Евдокимов и др.]; под ред. А.С. Сигова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 184 с.
- Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхардт; пер. с англ. С. Л. Баженова; Рос. акад. наук, Ин-т синтез. полимерных материалов им. Н. С. Ениколопова. Москва: Техносфера, 2007. 376 с.
- Физические методы исследования неограниченных веществ: учеб. пособие для студентов / [Т. Г. Баличева, Л. П. Белорукова, Р. А. Звинчук и др.]; под ред. А. Б. Никольского. М.: Academia, 2006. 448 с.
- Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник / Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Л.Н. Расторгуев. М.: Металлургия, 1982. 631с.
- Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ: Учебное пособие- 3-е изд. перераб. и доп. - М.: МИСИС, 1994. 327с.
- Бородкина М.М., Спектор Э. Н. Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов М., «Металлургия», 1981. 272 с.

8. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. и др. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия/ М.: Металлургия, 1982, 632 с.
9. Кудрявцев В.П. Текстура в металлах и сплавах. М: Металлургия, 1965. – 292с.
10. Металлы и сплавы. Анализ и исследования. Физико-аналитические методы исследования металлов и сплавов. Неметаллические включения: справочник / [авт.-сост.: Б.К. Барахтин, А.М. Немец]; под ред. И.П. Калинин, В.И. Мосичева, Б.К. Барахтина. Санкт-Петербург: Професионал, 2006. 490 с.
11. Качественный фазовый рентгеноструктурный анализ: Методические указания по выполнению практических и лабораторных занятий / Л.Д. Чумакова, А.А. Архангельская, В.А. Ивченко. Екатеринбург: изд-во УГТУ, 1997. 16 с.
12. Определение структуры металлов методом поликристаллов: Методические указания по выполнению практических и лабораторных занятий / Л.Д. Чумакова, А.А. Архангельская. Екатеринбург: УГТУ, 1996. 20 с.
13. Дифрактометрия: Методическое руководство к лабораторной работе/ В.Г. Черемных, В.А. Копылова. Свердловск: изд. УПИ, 1981. 31 с.
14. Метод изучения монокристаллов: Методические указания к лабораторному практикуму. В.Г. Черемных, В.А. Копылова. Свердловск: изд. УПИ, 1984. 132 с.
15. Метод поликристаллов. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Рентгенография металлов» для студентов дневной формы обучения металлургических специальностей. В.А. Копылова, В.Г. Черемных. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1993. 24 с.

### **7.1.3. Методические разработки**

1. Устройство и принцип работы растрового электронного микроскопа: метод. указания / сост. М. С. Карабаналова, О. Ю. Корниенко, С. В. Беликов. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 29 с.
2. Устройство и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа: учеб. - метод. Пособие / А. С. Юровских, О. Ю. Корниенко, С. В. Беликов. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 51 с.

### **7.2. Программное обеспечение**

Не используется

### **7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы**

Не используются

### **7.4. Электронные образовательные ресурсы**

Не используются

### **7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)**

Не используются

### **7.6. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине**

1. Современные типы микроскопов.
2. Методы приготовления фольг, метод реплик.
3. Принципиальная схема растрового электронного микроскопа.
4. Схема турбомолекулярного вакуумного насоса.

5. Катодный узел, типы катодов.
6. Рентгеновский анализатор с дисперсией по энергии.
7. Объективная линза, увеличение в РЭМ.
8. Понятие вакуумного насоса, ионный насос.
9. Электромагнитные линзы, конденсорная линза.
10. Природа диффузного рассеяния.
11. Типы детекторов в РЭМ.
12. Принципиальная схема ПЭМ.
13. Схема рентгеновского спектрометра с дисперсией по длине волны.
14. Приборы для приготовления фольг.
15. Детектор вторичных электронов.
16. Типы катодов и их характеристика.
- 17.Arteфакты на изображении получаемых с помощью РЭМ.
18. За счет чего формируется топографический контраст?
19. Что позволяет определить метод EBSD (ДОЭ)?
20. Схема ионного утонителя.
21. Типы излучения, образующиеся при взаимодействии электронного пучка с образцом
22. Схемы установок для электрополировки.
23. Дефекты электромагнитных линз.
24. Вакуумная система ПЭМ.
25. Контраст в ПЭМ.
26. Вакуумный насос. Диффузионный насос.
27. Способы регистрации изображения в ПЭМ.
28. Способы механической пробоподготовки.
29. Современные типы микроскопов.
30. Методы приготовления фольг, метод реплик.
31. Объективная линза, увеличение в РЭМ.
32. Понятие вакуумного насоса, ионный насос.
33. За счет чего формируется топографический контраст?
34. Виды сеток для поддержания образцов.
35. Экстракционная реплика.
36. Ультромикротомия.
37. Природа рентгеновских лучей

**7.7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины-модуля**  
Не используются

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Растровый электронный микроскоп Jeol JSM6490 LV Мт-104

Дифрактометр рентгеновский Bruker Advance D8 Мт-148

Просвечивающий электронный микроскоп Jeol JEM-2100 Мт-118

Двулучевой электронно-ионный растровый микроскоп Zeiss Auriga Мт-120

Оптические микроскопы Nikon Epihot 200 и Olympus GX31 с программным обеспечением Мт-120, Мт-247, Мт-244

