

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Худин Александр Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.01.2021 12:36:27

Уникальный программный ключ:

08303ad8de1c60b987361de7085acb509ac3da143f4155021a0ee51e731a19

## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Курский государственный университет"

Кафедра физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДЕНО

протокол заседания

Ученого совета от 24.04.2017 г., №10

### Рабочая программа дисциплины Физические основы электронной микроскопии

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Профиль подготовки: Технологии в микроэлектронике

Квалификация: бакалавр

Факультет физики, математики, информатики

Форма обучения: очная

Общая трудоемкость 2 ЗЕТ

Виды контроля в семестрах:

зачет(ы) 4

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Лабораторные	18	18	18	18
В том числе инт.	12	12	12	12
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	36	36	36	36
Итого	72	72	72	72

Рабочая программа дисциплины Физические основы электронной микроскопии / сост. ; Курск. гос. ун-т. - Курск, 2017. - с.

Рабочая программа составлена в соответствии со стандартом, утвержденным приказом Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 218 "Об утверждении ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 07 апреля 2015 г. № 36765)

Рабочая программа дисциплины "Физические основы электронной микроскопии" предназначена для методического обеспечения дисциплины основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиль Технологии в нанoeлектронике

Составитель(и):

© Курский государственный университет, 2017

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	изучение основных методов и средств проведения измерений в области электронной микроскопии, освоение базовых методик проведения научного эксперимента средствами электронной микроскопии.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.1
--------------------	-----------

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат**

**Знать:**

- классификацию основных методов электронной микроскопии;
- функциональный состав и принцип работы приборов для проведения электронной микроскопии;
- основные подходы и методики проведения электронной микроскопии.

**Уметь:**

- выполнять исследования наноразмерных структур методами электронной микроскопии;
- аргументированно выбирать методики электронной микроскопии применительно к различным типам исследуемых объектов;
- анализировать экспериментальные данные, полученные в результате исследований объектов различными методиками электронн

**Владеть:**

- навыками пробоподготовки различных типов объектов к исследованиями методами электронной микроскопии;
- навыками работы со специализированным программным обеспечением для управления электронным микроскопом;
- навыками работы с программным обеспечением для анализа данных, полученных методами электронной микроскопии;

**ПК-4: способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов****Знать:****Уметь:****Владеть:****4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятий	Семестр / Курс	Часов	Интеракт.
	<b>Раздел 1. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ)</b>	Раздел			
1.1	Физические основы ПЭМ	Лек	4	2	0
1.2	Основы ПЭМ	Ср	4	2	0
1.3	Конструкция и принцип действия ПЭМ	Лек	4	2	2
1.4	Методы визуализации объектов	Ср	4	2	0
1.5	Формирование электронного луча	Ср	4	2	0
1.6	Области применения ПЭМ	Лек	4	2	0
1.7	Подготовка объектов для исследования и особые требования к ним	Ср	4	4	0
1.8	Особенности применения методов ПЭМ	Ср	4	2	0
	<b>Раздел 2. Растровая электронная микроскопия (РЭМ)</b>	Раздел			

2.1	Физические основы РЭМ	Лек	4	2	0
2.2	Формирование вторичных и обратно-отраженных электронов	Ср	4	2	0
2.3	Конструкция и принцип действия РЭМ	Лек	4	2	2
2.4	Методы формирования электронного луча в РЭМ	Ср	4	2	0
2.5	Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним	Ср	4	2	0
2.6	Основы растровой электронной микроскопии. Функциональный состав растрового электронного микроскопа. Изучение основных режимов измерения. Особенности подготовки образцов для измерений	Лаб	4	2	2
2.7	Области применения РЭМ	Лек	4	2	0
2.8	Технические возможности РЭМ	Ср	4	2	0
2.9	Проведение измерений на растровом электронном микроскопе	Лаб	4	4	2
2.10	Анализ результатов измерений растровой электронной микроскопии	Лаб	4	4	0
2.11	Основы зеркальной электронной микроскопии	Ср	4	6	0
<b>Раздел 3. Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА)</b>		Раздел			
3.1	Физические основы РСМА	Лек	4	2	0
3.2	Виды рентгеновского излучения и процессы его формирования	Ср	4	4	0
3.3	Устройство и принцип действия РСМА	Лек	4	2	2
3.4	Конструкции энергодисперсионных спектрометров и спектрометров с волновой дисперсией	Ср	4	4	0
3.5	Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним	Ср	4	2	0
3.6	Рентгеноспектральный микроанализ. Основы рентгеноспектрального микроанализа. Особенности проведения измерений. Проведение измерений на рентгеноспектральном микроанализаторе.	Лаб	4	4	2
3.7	Области применения РСМА	Лек	4	2	0
3.8	Анализ результатов измерений рентгеноспектрального микроанализа	Лаб	4	4	0

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания для текущей аттестации

Оценочные материалы для проведения текущего контроля по дисциплине "Физические основы электронной микроскопии" рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий от 16.03.2017, протокол № 7 и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

### 5.2. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине "Физические основы электронной микроскопии" рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий от 16.03.2017, протокол № 7 и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
--	----------	-----------	------

	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л1.1	Филимонова Н.И., Величко А.А., Фадеева Н.Е. - Методы электронной микроскопии: учебное пособие - Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/69545.html">http://www.iprbookshop.ru/69545.html</a>	1
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>			
	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л2.1	Панова Т.В. - Современные методы исследования вещества. Электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие - Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/60748.html">http://www.iprbookshop.ru/60748.html</a>	1
<b>6.1.3. Методические разработки</b>			
	Заглавие	Эл. адрес	Кол-
Л3.1	Фомин Д.В., Дубов В.Л. - Выполнение расчетно-графической работы по теме «Растровая электронная микроскопия»: учебно-методическое пособие - Саратов: Вузовское образование, 2017.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/57256.html">http://www.iprbookshop.ru/57256.html</a>	1
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>			
Э1	Quantitative TEM/STEM Simulations		
Э2	Fiji		
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>			
7.3.1.1	MsOffice Professional 2007 (Open License: 43219389)		
7.3.1.2	Citrix XenDesktop Platinum Edition - Per User/Device (Serial Number LA-0001452295-66704, Order Number 0001452295/4)		
7.3.1.3	Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level (Code/Serial Number FQC-02308)		
7.3.1.4	Microsoft Windows 7 Open License: 47818817		
7.3.1.5	Adobe Acrobat Reader DC (Бесплатное программное обеспечение)		
7.3.1.6	7-Zip (Свободная лицензия GNU LGPL)		
7.3.1.7	Google Chrome (Свободная лицензия BSD)		
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
7.1	1. Научно-исследовательские лаборатории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, МНЦ(4,5,6,7)
7.2	Модуль визуализации микро- и нанообъектов на основе сканирующего электронного – 1 шт.
7.3	Система напыления проводящих покрытий с функцией травления и кварцевым контроллером – 1 шт.
7.4	Сканирующий зондовый микроскоп Солвер Некст – 1 шт.
7.5	Сканирующий туннельный микроскоп УМКА – 1 шт.
7.6	Стол для микроскопа – 1 шт.
7.7	Стол рабочий (1500x750x700) – 12 шт.
7.8	Стул Изо – 30 шт.
7.9	Тумба подкатная – 12 шт.
7.10	Стол компьютерный с вырезом с надставкой (1000x900x700) – 9 шт.
7.11	МФУ Canon iSENSYS MF4410 лазер. принтер + сканер + копир – 1 шт.
7.12	Ноутбук ASUS Eee PC1011PX – 1 шт.
7.13	Рабочая станция (монитор, клавиатура, мышь, нулевой клиент) – 4 шт.
7.14	Учебно-наглядные пособия представлены комплектом мультимедийных презентаций «Физические основы электронной микроскопии».
7.15	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Междисциплинарный нанотехнологический центр Курского государственного университета.
7.16	2. Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов с возможностью подключения к сети «Интернет» и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33, 146.
7.17	Столов – 61 шт.
7.18	Посадочных мест – 162 шт.
7.19	Компьютеров:
7.20	27 моноблоков MSI - модель MS-A912, 2гб оперативной памяти, Athlon CPU D525 1.80GHz;

7.21 | 13 моноблоков Asus - модель ET2220I, 4Gb оперативной памяти, intelCore i3-3220 CPU 3.30 GHz.

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Методические указания обучающимся по освоению дисциплины «Физические основы электронной микроскопии» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры физики и нанотехнологий, протокол № 7 от 16.03.2017 г. и являются приложением к рабочей программе дисциплины.

**Общие положения**

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, рекомендуемой литературой и интернет-ресурсами, методическими разработками, имеющимися на кафедре.

**1.1. Указания по подготовке к занятиям лекционного типа:**

Лекции по данной дисциплине проводятся как в классической форме, так и с использованием мультимедийных презентаций. Электронный конспект курса лекций предназначен для более глубокого усвоения материала путем иллюстрирования лекции схемами, таблицами, рисунками, фотографиями и т.п.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому студентам рекомендуется перед очередной лекцией повторить материал предыдущей. При затруднениях в восприятии лекционного материала следует обращаться к литературным источникам, интернет-ресурсам, к лектору (по графику его консультаций).

**1.2. Указания по подготовке к лабораторным занятиям:**

К выполнению лабораторного практикума допускаются только студенты, сдавшие допуск по технике безопасности, о чем делается запись в соответствующем журнале.

Перед выполнением любой лабораторной работы необходимо самостоятельно проработать теоретический материал, изучить методику проведения и планирования эксперимента, освоить измерительные средства, обработку и интерпретацию экспериментальных данных.

После выполнения лабораторной работы студент обязан сдать отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы.

**1.3. Методические указания по выполнению самостоятельной работы:**

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение практических заданий, самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины.

Самостоятельное изучение отдельных теоретических вопросов рекомендуется по основной, дополнительной и методической литературе, указанной в содержании рабочей программы.

**1.4. Методические указания по работе с литературой:**

Работая с литературным источником, вначале следует ознакомиться с оглавлением и научно-справочным аппаратом, прочесть аннотацию и предисловие, бегло его прочитать, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения. Такое поверхностное ознакомление позволит узнать, какие главы следует читать внимательно, а какие прочитать быстро. Студенту следует использовать следующие виды записей при работе с литературой:

Конспект – краткая схематическая запись основного содержания работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов.

Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника.

Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала.

Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы.

Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги и другие виды.

**1.5. Указания к методическим материалам, определяющим процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Текущая аттестация осуществляется в форме собеседования и выполнения тестовых заданий по изученным на момент аттестации разделам дисциплины.

Оценочные материалы для текущей аттестации студентов приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Физические основы электронной микроскопии» и представляют собой вопросы для собеседования и тестовые задания по всем разделам дисциплины.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета (4 семестр).

Зачет проходит в устно-письменной форме. Студенту предлагается ответить на выбранный им билет, содержащий два теоретических вопроса из разных разделов дисциплины для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этап формирования всех компетенций дисциплины. В процессе ответа студенту могут быть заданы уточняющие вопросы, а также вопросы, касающиеся других разделов дисциплины, не затронутых в билете, для понимания общего уровня сформированности компетенций.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации студентов приведены в приложении к рабочей программе

дисциплины «Физические основы электронной микроскопии».