

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 15:56:20
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f738876c81b9e3892180652

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе


И.Г. Игнатова
2020 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Сканирующая зондовая микроскопия»

Направление подготовки – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
Направленность (профиль) – «Нанодиагностика материалов и структур»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК- 3 «Способен осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени» сформулирована на основе следующих профессиональных стандартов:

40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Обобщенная трудовая функция: D 7 Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Трудовая функция: D/02.7 Разработка планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3. СЗМ «Способен использовать программное обеспечение измерительного комплекса для автоматического снятия измерений с образца»	– Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей	Знания: - физических принципов работы отдельных составляющих СЗМ: туннельного и атомно-силового зондов, пьезосканера, пьезоинерциального двигателя, системы амортизации, лазерной системы слежения за зондом - принципиальных схем сканирующего туннельного и атомно-силового микроскопов и назначение отдельных функциональных узлов; Умения: - сборки и калибровки сканирующего зондового микроскопа в соответствии с инструкцией; Опыт деятельности - опыт получения и обработки изображения поверхности на СЗМ;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для её освоения требуются знания, умения и опыт деятельности, приобретаемые студентами при изучении следующих дисциплин: Математический анализ; Физика. Электричество и магнетизм; Физика. Атомная физика и строение вещества; Теория вероятностей и математическая статистика, Физика конденсированного состояния.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	2	72	-	22	10	40	За

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Конструирование сканирующего зондового микроскопа	-	10	6	20	Контроль выполнения индивидуальных практических заданий к лабораторным работам 1-2
2. Экспериментальные методики сканирующей зондовой микроскопии	-	12	4	20	Контроль выполнения индивидуальных практических заданий к лабораторным работам 3-4

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	История открытия и развития конструкций сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующий туннельный микроскоп: конструкция.
	2	2	Получение атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе.
	3	2	Сканирующий атомно-силовой микроскоп, получение атомарного разрешения в атомно-силовом микроскопе.
2	4-5	4	Методы обработки и анализа кадров сканирующей зондовой микроскопии. Методики получения физических характеристик образца в сканирующих зондовых микроскопах.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1,2	1	4	Сборка и запуск сканирующего туннельного микроскопа.
	2	6	Сборка и запуск контактного атомно-силового микроскопа.
	3	6	Методы обработки и анализа кадров сканирующей зондовой микроскопии.
	4	6	Методики получения физических характеристик образца в сканирующих зондовых микроскопах:

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	3	Работа с конспектом семинаров.
	4	Чтение и разбор рекомендованной литературы, поиск в профессиональ-

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
		ных базах данных научных статей и информационно-справочных системах информации по темам, рассмотренных на практических занятиях модуля 1.
	13	Индивидуальное практическое задание к лабораторным работам модуля 1: изучение по источникам в профессиональных базах данных физики процессов, исследуемых в лабораторных работах, вывод формул из описания лабораторных работ, написание краткого конспекта основных теоретических сведений. Изучение схемы экспериментальной установки, изучение методики выполнения работы. Обработка экспериментальных результатов.
2	3	Работа с конспектом семинаров.
	4	Чтение и разбор рекомендованной литературы, поиск в профессиональных базах данных научных статей и информационно-справочных системах информации по темам, рассмотренных на практических занятиях модуля 2.
	13	Индивидуальное практическое задание к лабораторным работам модуля 2: изучение по источникам в профессиональных базах данных физики процессов, исследуемых в лабораторных работах, вывод формул из описания лабораторных работ, написание краткого конспекта основных теоретических сведений. Изучение схемы экспериментальной установки, изучение методики выполнения работы. Обработка экспериментальных результатов.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1

1. Методические рекомендации для проведения семинарских заданий.
2. Методические указания студентам.
3. Описания лабораторных работ.
4. Список контрольных вопросов к лабораторным работам
5. Список учебной литературы.

Модуль 2

1. Методические рекомендации для проведения семинарских заданий.
2. Методические указания студентам.

3. Описания лабораторных работ.
4. Список контрольных вопросов к лабораторным работам
5. Список учебной литературы.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература:

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии : Учеб. пособие / В.Л. Миронов. - М. : Техносфера, 2004. - 144 с. - (Мир физики и техники).

Периодические издания:

1. ФИЗИКА И ТЕХНИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ = SEMICONDUCTORS / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе; Гл. ред. Р.А. Сурис. - СПб. : Наука, 1967 - . - URL: <http://journals.ioffe.ru/ftp/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный.
2. УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК : Научный журнал / Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Редакция журнала УФН. - М. : РАН, 1918 - . - URL:<http://ufn.ru/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
3. ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ : Научный журнал / РАН, Ин-т физических проблем им. П.Л. Капицы. - М. : РАН, Наука, 1873 - . - URL:<http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
4. ПИСЬМА В ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ = JETP Letters / Российская академия наук, Институт физических проблем им. П. Л. Капицы РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1965 - . – URL: <http://www.jetpletters.ac.ru/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
5. JOURNAL OF APPLIED PHYSICS / American Institute of Physics. - USA : AIP, [б.г.]. – URL: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jap> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: по подписке МИЭТ.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. NSM Archive. Characteristics and Properties = Новые полупроводниковые материалы: Характеристики и свойства: Электронный архив / webmaster Алексей Толмачев // ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН : [сайт]. – Москва, 1998-2001. - URL: <http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/rintroduction.html> (дата обращения: 27.11.2020).
2. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. Web of Science [v.5.35]: сайт. - URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 27.11.2020).

4. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php> (дата обращения: 27.11.2020)
5. MATLAB : [раздел сайта] // MathWorks : [сайт]. - 1994-2020. - URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/index.html> (дата обращения: 27.11.2020)
6. WebCSD // The Cambridge Crystallographic Data Centre (CCDC) : [сайт]. - URL: <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/> (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
7. APS Physics: [сайт] / American Physical Society Sites. - URL: <https://www.aps.org/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

В ходе реализации обучения используются технологии смешанного обучения.

Применяется модель смешанного обучения «перевернутый класс». Учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с помощью дискуссий и решения практических задач. Работа поводится по следующей схеме: СРС (онлайновая преподавательская работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса) - аудиторная работа (семинар с представлением и обсуждением выполненной работы, решение практических задач с опорой на результаты самостоятельной работы) - обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, zoom-консультации.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в системе ОРИОКС.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7

		версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория физики конденсированного состояния (ауд. 4130)	Плата КОП PCI/GPIB NI-488.2. ИЗМЕРИТЕЛЬ ДОБРОТНОСТИ VM-560. Источник питания Agilent E3634A. Вольтметр Agilent 34411A. Вольтметр Agilent 34405A. Источник питания Agilent E6545A. USB/GPIB интерфейс с кабелем GPIB 82357. Источник питания Agilent E6545A. Осциллограф четырехканальный цифр.запом. Agilent DSO6054A.	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-3.СЗМ «Способен использовать программное обеспечение измерительного комплекса для автоматического снятия измерений с образца».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение семинаров и лабораторных работ обязательно.

Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся преподавателем по расписанию, заранее согласованному со студентами.

Цель семинаров – обучение базовым знаниям и умениям с частичным охватом материала повышенного уровня. Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно. Преподаватель, ведущий семинары, предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации. Тема консультации, как правило, повторяет тему практического занятия, которое проводилось на неделе, предшествующей консультации. На консультациях обсуждаются задачи повышенного уровня сложности, теоретический материал по теме. Безусловно, во время консультаций можно получить помощь и по всем вопросам базового уровня.

Общая характеристика семинара-дискуссии. Основное содержание обучения на семинаре-дискуссии: совместное решение учащимися эвристических учебных задач. Задача педагога - обеспечить активное включение студентов в поисковую учебно-познавательную деятельность, организованную на основе внутренней мотивации. Учебная деятельность организуется как деятельность коллективно-распределенная, развернутая в атмосфере коллективного размышления, в ситуации дискуссии и совместных поисков, когда студенты обсуждают различные варианты решения задачи.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории, оборудованной сканирующими мультимикроскопами СММ-2000К. Студенты знакомятся с методикой выполнения работы. До выполнения лабораторной работы, а также в процессе выполнения лабораторной работы студенты работают над индивидуальным лабораторным заданием. Перед выполнением работы необходимо написать конспект работы, содержащий краткие теоретические сведения, методику выполнения работы. При выполнении работы студенты распределяют свои роли в группе, каждый студент решает поставленную перед ним практическую задачу при работе с микроскопом. На защите лабораторных работ студенты отвечают на теоретические вопросы. С учётом качества выполнения работ во время лабораторной работы выставляется итоговая оценка за лабораторную работу.

Студентам рекомендуется осуществлять поиск в научной периодике дополнительной информации по теме семинара с последующим обсуждением результатов поиска с преподавателем.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система. Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия

в семестре (суммарно 80 баллов), активность в семестре (20 баллов). Структура и график контрольных мероприятий доступны в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/> .

РАЗРАБОТЧИКИ:

начальник научно-исследовательской лаборатории атомной модификации и анализа поверхности полупроводников МИЭТ, руководитель направления «Микроскопия и профилометрия» ОАО «Завод ПРОТОН-МИЭТ», ст. преподаватель каф. КФН

_____ /Б. А. Логинов/

Ст. преподаватель

_____ / А. Е. Широков /

Рабочая программа дисциплины «Сканирующая зондовая микроскопия» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Нанодиагностика материалов и структур» разработана на кафедре квантовой физики и наноэлектроники (КФН) и утверждена на заседании кафедры 17 декабря 2020 года, протокол № 12

Заведующий кафедрой КФН  /А. А. Горбацевич/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ОФ

Заведующий кафедрой ОФ  / Н. И.Боргардт/

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П. Филиппова /