

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мордовский государственный педагогический
университет имени М.Е. Евсевьева»**

Физико-математический факультет
Кафедра физики и методики обучения физике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы сканирующей зондовой микроскопии**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: Физика. Информатика

Форма обучения: Очная

Разработчики: канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры Физики и методики обучения физике Карпунин В. В.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 11 от 16.04.2020 года

Зав. кафедрой  _____Хвастунов Н. Н.

Программа с обновлениями рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 1 от 01.09.2020 года

Зав. кафедрой  _____Харитонов А. А

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - заключается в формировании целостного представления о принципе работы сканирующих зондовый микроскопов и экспериментальных способах исследования нанообъектов.

Задачи дисциплины:

- заключается обучению студента полному процессу работы за сканирующим зондовым микроскопом;
- использование содержательной линии дисциплины при использовании образовательных программ различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями;
- использование содержательной линии дисциплины при проектировании содержаний образовательных программ и их элементов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина К.М.06.ДВ.05.02 «Основы сканирующей зондовой микроскопии» изучается на 4 курсе, в 8 семестре.

Для изучения дисциплины требуется: обучение и воспитание в сфере образования в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Изучению дисциплины К.М.06.ДВ.05.02 «Основы сканирующей зондовой микроскопии» предшествует освоение дисциплин (практик):

К.М.06.06 Квантовая физика.

Освоение дисциплины К.М.06.ДВ.05.02 «Основы сканирующей зондовой микроскопии» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

К.М.06.30 Информационные системы.

Область профессиональной деятельности, на которую ориентирует дисциплина «Основы сканирующей зондовой микроскопии», включает: 01 Образование и наука (в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования)..

Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовится обучающийся, определены учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция в соответствии ФГОС ВО	
Индикаторы достижения компетенций	Образовательные результаты
ПК-11. Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования.	
педагогический деятельность	
ПК-11.1 Использует теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.	знать: - принцип работы СЗМ; уметь: - работать за зондовым микроскопом; - использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в сканирующей зондовой микроскопии; владеть: - методами заточки зондов.
ПК-11.2 Проектирует и решает исследовательские задачи в предметной области в	знать: - методы зондовой литографии; уметь:

соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.	- работать за зондовым микроскопом в режиме силовой литографии ; владеть: - приемами проектирования и решения исследовательских задач в СКМ.
---	--

ПК-14. Способен устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) со смежными научными областями.

педагогический деятельность

ПК-14.1 Формирует междисциплинарные связи физики с предметами естественнонаучного цикла.	знать: - биографии и достижения ученых, внесший значительный вклад в создание и развитие зондовой микроскопии; уметь: - использовать знания, о связи зондовой микроскопии с другими дисциплинами; владеть: - приемами формирования междисциплинарных связей в области СКМ; - навыками использования связей зондовой микроскопии и других дисциплин.
--	---

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Восьмой семестр
Контактная работа (всего)	42	42
Практические	42	42
Самостоятельная работа (всего)	30	30
Виды промежуточной аттестации		
Зачет		+
Общая трудоемкость часы	72	72
Общая трудоемкость зачетные единицы	2	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Техника СЗМ. СТМ:

введение в сзм. nanoeducator. атомная силовая микроскопия. СТМ. Зондовые датчики атомно-силовых микроскопов. Аппаратура АСМ и анализ. Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии. проблемы зондовой микроскопии.

Раздел 2. АСМ. Литография:

Сканирующие элементы зондовых микроскопов. Управление и конструкция СТМ. Колебательные методики АСМ. Вольт-амперные характеристики контактов. Литография. Обработка и количественный анализ СЗМ изображений.

5.2. Содержание дисциплины: Практические (42 ч.)

Раздел 1. Техника СЗМ. СТМ (20 ч.)

Тема 1. Введение в сканирующую зондовую микроскопию (2 ч.)

1. Что такое «нано»? 2. Нанотехнологии – наука XXI века. 3. Задачи курса «Основы нанотехнологий»

Тема 2. nanoeducator (2 ч.)

1. Устройство микроскопа. 2. Подготовительная работа перед проведением исследования с помощью микроскопа.

Тема 3. Атомно силовая микроскопия (2 ч.)

1. Реализация режима АСМ в NanoEducator. 2. Получение скана в режиме АСМ.

Тема 4. Атомно силовая микроскопия (2 ч.)

1. Реализация режима АСМ в NanoEducator. 2. Получение скана в режиме АСМ.

Тема 5. СТМ (2 ч.)

1. Реализация режима СТМ в NanoEducator. 2. Получение скана в режиме СТМ.

Тема 6. СТМ (2 ч.)

1. Реализация режима СТМ в NanoEducator. 2. Получение скана в режиме СТМ.

Тема 7. Зондовые датчики атомно-силовых микроскопов (2 ч.)

Зондовые датчики атомно-силовых микроскопов. Технология изготовления зондовых датчиков АСМ.

Тема 8. Аппаратура АСМ и анализ (2 ч.)

Аппаратура атомно-силового микроскопа. Анализ получаемых данных.

Тема 9.Arteфакты в сканирующей зондовой микроскопии (2 ч.)

Ознакомление с теорией лабораторной работы. Допуск к выполнению лабораторной работы.

Выполнение лабораторной работы. Отчет по выполненной лабораторной работе

Тема 10. Проблемы зондовой микроскопии (2 ч.)

Крип пьезокерамики

Раздел 2. АСМ. Литография (22 ч.)

Тема 11. Сканирующие элементы зондовых микроскопов (2 ч.)

Сканеры зондовой микроскопии.

Тема 12. Управление и конструкция СТМ (2 ч.)

Особенности работы в режиме СТМ

Тема 13. Колебательные методики АСМ (2 ч.)

Вынужденные колебания кантилевера. Бесконтактный режим АСМ. Полуконтактный режим колебаний кантилевера АСМ

Тема 14. Вольт-амперные характеристики контактов (2 ч.)

Вольт амперные характеристики

Тема 15. Литография (2 ч.)

Ознакомление с теорией лабораторной работы. Изучение устройства приборов. Допуск к выполнению лабораторной работы. Выполнение лабораторной работы. Отчет по выполненной лабораторной работе

Тема 16. Литография (2 ч.)

Ознакомление с теорией лабораторной работы. Изучение устройства приборов. Допуск к выполнению лабораторной работы. Выполнение лабораторной работы. Отчет по выполненной лабораторной работе

Тема 17. Литография (2 ч.)

Ознакомление с теорией лабораторной работы. Изучение устройства приборов. Допуск к выполнению лабораторной работы. Выполнение лабораторной работы. Отчет по выполненной лабораторной работе

Тема 18. Обработка и количественный анализ СЗМ изображений (2 ч.)

Ознакомление с теорией лабораторной работы. Допуск к выполнению лабораторной работы. Выполнение лабораторной работы. Отчет по выполненной лабораторной работе

Тема 19. Обработка и количественный анализ СЗМ изображений (2 ч.)

Ознакомление с теорией лабораторной работы. Допуск к выполнению лабораторной работы. Выполнение лабораторной работы. Отчет по выполненной лабораторной работе

Тема 20. Обработка и количественный анализ СЗМ изображений (2 ч.)

Ознакомление с теорией лабораторной работы. Допуск к выполнению лабораторной работы. Выполнение лабораторной работы. Отчет по выполненной лабораторной работе

Тема 21. Обработка и количественный анализ СЗМ изображений (2 ч.)

Ознакомление с теорией лабораторной работы. Допуск к выполнению лабораторной работы. Выполнение лабораторной работы. Отчет по выполненной лабораторной работе

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (разделу)

6.1 Вопросы и задания для самостоятельной работы

Восьмой семестр (30 ч.)**Раздел 1. Техника СЗМ. СТМ (15 ч.)**

Вид СРС: *Подготовка к практическим / лабораторным занятиям

Изучить материал пособия

Раздел 2. АСМ. Литография (15 ч.)

Вид СРС: *Подготовка к практическим / лабораторным занятиям

Изучить материал пособия

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Оценочные средства**8.1. Компетенции и этапы формирования**

№ п/п	Оценочные средства	Компетенции, этапы их формирования
-------	--------------------	------------------------------------

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

Шкала, критерии оценивания и уровень сформированности компетенции			
2 (не зачтено) ниже порогового	3 (зачтено) пороговый	4 (зачтено) базовый	5 (зачтено) повышенный
ПК-11 Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования			
ПК-11.1 Использует теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.			
Не способен Использует теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.	В целом успешно, но бессистемно Использует теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.	В целом успешно, но с отдельными недочетами Использует теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.	Способен в полном объеме Использует теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.
ПК-11.2 Проектирует и решает исследовательские задачи в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.			
Не способен Проектирует и решает исследовательские задачи в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области	В целом успешно, но бессистемно Проектирует и решает исследовательские задачи в предметной области в соответствии с профилем и уровнем	В целом успешно, но с отдельными недочетами Проектирует и решает исследовательские задачи в предметной области в соответствии с	Способен в полном объеме Проектирует и решает исследовательские задачи в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области

образования.	обучения и в области образования.	профилем и уровнем обучения и в области образования.	образования.
ПК-14 Способен устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) со смежными научными областями			
ПК-14.1 Формирует междисциплинарные связи физики с предметами естественнонаучного цикла.			
Не способен Формирует междисциплинарные связи физики с предметами естественнонаучного цикла.	В целом успешно, но бессистемно Формирует междисциплинарные связи физики с предметами естественнонаучного цикла.	В целом успешно, но с отдельными недочетами Формирует междисциплинарные связи физики с предметами естественнонаучного цикла.	Способен в полном объеме Формирует междисциплинарные связи физики с предметами естественнонаучного цикла.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации		Шкала оценивания по БРС
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет	
Повышенный	5 (отлично)	зачтено	90 – 100%
Базовый	4 (хорошо)	зачтено	76 – 89%
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено	60 – 75%
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	незачтено	Ниже 60%

8.3. Вопросы промежуточной аттестации

Восьмой семестр (Зачет, ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-14.1)

1. Наномир.
2. Нанотехнологии как наука.
3. Основы сканирующей зондовой микроскопии.
4. Изготовление и заточка зонда
5. Программное обеспечение СЗМ NanoEducator
6. Атомно-силовая микроскопия.
7. Сканирующая туннельная микроскопия.
8. Литография.
9. Спектроскопия.
10. Устройство СЗМ NanoEducator.
11. Подготовительная работа перед использованием микроскопа.
12. Получение скана в режиме АСМ.
13. Получение скана в режиме СТМ.
14. Получение изображения в режиме литографии.
15. Проблемы атомно-силовой микроскопии
16. Проблемы сканирующей туннельной микроскопии
17. Преимущества использования кантилеверов

8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме (выбрать форму в соответствии с учебным планом) зачета.

Зачет служит формой проверки усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, готовности к практической деятельности, успешного выполнения студентами

лабораторных и курсовых работ, производственной и учебной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой. Собеседование (устный ответ) на зачете.

Для оценки сформированности компетенции посредством собеседования (устного ответа) студенту предварительно предлагается перечень вопросов или комплексных заданий, предполагающих умение ориентироваться в проблеме, знание теоретического материала, умения применять его в практической профессиональной деятельности, владение навыками и приемами выполнения практических заданий.

При оценке достижений студентов необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;
- умение излагать программный материал научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение отвечать на видоизмененное задание;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения;
- владение навыками и приемами выполнения практических заданий;
- умение подкреплять ответ иллюстративным материалом.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Вознесенский, Э.Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие / Э.Ф. Вознесенский, Ф.С. Шарифуллин, И.Ш. Абдуллин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 184 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1545-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428294>
2. Филимонова, Н.И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Филимонова, Б.Б. Кольцов. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - Ч. I. - 134 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228943>
3. Хвастунов, Н. Н. Основы нанотехнологий: учеб. пособие для студентов физико-математического фак. / Н.Н. Хвастунов, В.В. Карпунин; Мордов. гос. пед. ин-т. - Саранск, 2013.

Дополнительная литература

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Л. Миронов– М. :Техносфера, 2009.-144с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://nanometer.ru> - "Нанометр" - все о нанотехнологиях. Новости, публикации, библиотека.

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

При освоении материала дисциплины необходимо: – спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины; – конкретизировать для себя план изучения материала; – ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины. Сценарий изучения курса: – проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий; – изучив весь материал, выполните итоговый тест, который продемонстрирует готовность к сдаче зачета.

Алгоритм работы над каждой темой: – изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам; – прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем; – выпишите в тетрадь основные категории и персоналии по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет

быстро повторить материал при подготовке к зачету; – составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на лабораторном занятии; – выучите определения терминов, относящихся к теме; – продумайте примеры и иллюстрации к ответу по изучаемой теме; – подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы; – продумывайте высказывания по темам, предложенным к лабораторному занятию. Рекомендации по работе с литературой: – ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника; – составьте собственные аннотации к другим источникам на карточках, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к зачету; – выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы.

12. Перечень информационных технологий

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде. На практических занятиях используется программное обеспечение микроскопа Nanoeducator. Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в информационной системе 1С:Университет.

12.1 Перечень программного обеспечения (обновление производится по мере появления новых версий программы)

- Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- Microsoft Office Professional Plus 2010 – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- 1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

12.2 Перечень информационных справочных систем (обновление выполняется еженедельно)

1. Информационно-правовая система «ГАРАНТ» (<http://www.garant.ru>)
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>)

12.3 Перечень современных профессиональных баз данных

1. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn----8sbldczacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)
2. Электронная библиотечная система Znanium.com (<http://znanium.com/>)
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru>)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Для проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования, а также мультимедийное оборудование для демонстрации презентаций на лекциях. Для проведения практических занятий, а также организации самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе необходимо наличие программного обеспечения, позволяющего осуществлять поиск информации в сети Интернет, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. №202.

Помещение оснащено оборудованием и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, клавиатура, мышь, гарнитура, проектор, интерактивная доска), магнитно-маркерная доска.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации.

Помещение для самостоятельной работы.

Читальный зал электронных ресурсов, № 101 б.

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (компьютер 12 шт., мультимедийный проектор 1 шт., многофункциональное устройство 1 шт., принтер 1 шт.).

Учебно-наглядные пособия:

Презентации, электронные диски с учебными и учебно-методическими пособиями