

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Тагировский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современные методы микроскопии и спектроскопии твердотельных поверхностей М1.ДВ.3

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Тагиров М.С.

Рецензент(ы):

Тагиров Л.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 67715

Казань
2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Тагиров М.С. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем, Murat.Tagirov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Современные методы микроскопии и спектроскопии" является изучение современных методов зондовой, магнитной, фононной микроскопии и электронной, рентгеновской, нейтронной и ультрафиолетовой спектроскопии, знакомство с физическими основами экспериментальной методик, их возможностями и ограничениями.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.3 Общенаучный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина "Современные методы микроскопии и спектроскопии" входит в блок профессионального цикла подготовки магистров по направлению 011800.68 - "Радиофизика" и является необходимой для изучения в рамках магистерской программы "Физика магнитных явлений"

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способность порождать новые идеи (креативность)
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач; ПК-2 - способность применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физические принципы, лежащие в основе каждого из методов исследования твердых тел

2. должен уметь:

ориентироваться в современных методах исследования конденсированной материи

3. должен владеть:

знаниями о границах практического применения методов и их сопоставление

4. должен демонстрировать способность и готовность:

свободно работать со спецлитературой и в Интернете на английском языке

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение.	1	1	1	1	0	дискуссия
2.	Тема 2. Ионно-полевая микроскопия.	1	2	1	1	0	дискуссия
3.	Тема 3. Просвечивающая микроскопия.	1	3	1	1	0	дискуссия
4.	Тема 4. Сканирующая электронная микроскопия.	1	4	1	1	0	дискуссия
5.	Тема 5. Сканирующая электронная микроскопия.	1	5	1	1	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Сканирующая силовая микроскопия.	1	6	1	1	0	дискуссия
7.	Тема 7. Магнитно-силовая микроскопия.	1	7	1	1	0	дискуссия

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Микроскопия на основе ЯМР Микроскопия на основе квантовых магнетометров.	1	8	2	2	0	реферат
9.	Тема 9. Сканирующая акустическая микроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.	1	9	1	1	0	реферат
10.	Тема 10. Электронная оже-спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия.	1	10	1	1	0	дискуссия
11.	Тема 11. Спектроскопия характеристических электронных потерь.	1	11	1	1	0	дискуссия
12.	Тема 12. Термодесорбция. Электронно-стимулированная десорбция.	1	12	1	1	0	устный опрос
13.	Тема 13. Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Нейтронная спектроскопия и нейтронография.	1	13	1	1	0	реферат
14.	Тема 14. Неупругое рассеяние нейтронов. Циклотронный резонанс.	1	14	1	1	0	реферат
.	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			15	15	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Классификация и современные состояния методов изучения поверхности и объемного твердого тела.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 2. Ионно-полевая микроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Ионно-полевая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 3. Просвечивающая микроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Ионно-полевая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 4. Сканирующая электронная микроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Сканирующая электронная микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 5. Сканирующая электронная микроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Сканирующая электронная микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 6. Сканирующая силовая микроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Сканирующая силовая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 7. Магнитно-силовая микроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Магнитно-силовая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 8. Микроскопия на основе ЯМР Микроскопия на основе квантовых магнетометров.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Микроскопия на основе ЯМР. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи. Микроскопия на основе квантовых магнетометров. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 9. Сканирующая акустическая микроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Сканирующая акустическая микроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 10. Электронная оже-спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Электронная оже-спектроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 11. Спектроскопия характеристических электронных потерь.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Спектроскопия характеристических электронных потерь. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 12. Термодесорбция. Электронно-стимулированная десорбция.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Термодесорбция. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи. Электронно-стимулированная десорбция. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 13. Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Нейтронная спектроскопия и нейтронография.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи. Нейтронная спектроскопия и нейтронография. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

Тема 14. Неупругое рассеяние нейтронов. Циклотронный резонанс.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Неупругое рассеяние нейтронов. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи. Циклотронный резонанс. Физическая суть метода, доступность, его возможности и ограничения. Практически решаемые задачи.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Дискуссия по пройденному на лекции материалу. Дополнение новой информацией из Интернет ресурсов.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение.	1	1	Участие в дискуссии	3	дискуссия
2.	Тема 2. Ионно-полевая микроскопия.	1	2	Участие в дискуссии	3	дискуссия
3.	Тема 3. Просвечивающая микроскопия.	1	3	Участие в дискуссии	3	дискуссия
4.	Тема 4. Сканирующая электронная микроскопия.	1	4	Участие в дискуссии	3	дискуссия
5.	Тема 5. Сканирующая электронная микроскопия.	1	5	Подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
6.	Тема 6. Сканирующая силовая микроскопия.	1	6	Участие в дискуссии	3	дискуссия
7.	Тема 7. Магнитно-силовая микроскопия.	1	7	Участие в дискуссии	3	дискуссия
8.	Тема 8. Микроскопия на основе ЯМР Микроскопия на основе квантовых магнетометров.	1	8	Подготовка к реферату	3	реферат
9.	Тема 9. Сканирующая акустическая микроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.	1	9	Подготовка к реферату	3	реферат
10.	Тема 10. Электронная оже-спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия.	1	10	Участие в дискуссии	3	дискуссия
11.	Тема 11. Спектроскопия характеристических электронных потерь.	1	11	Участие в дискуссии	3	дискуссия
12.	Тема 12. Термодесорбция. Электронно-стимулированная десорбция.	1	12	Подготовка к устному опросу	3	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
13.	Тема 13. Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Нейтронная спектроскопия и нейтронография.	1	13	Подготовка к реферату	3	реферат
14.	Тема 14. Неупругое рассеяние нейтронов. Циклотронный резонанс.	1	14	Подготовка к реферату	3	реферат
	Итого				42	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение.

дискуссия , примерные вопросы:

Связь между симметрией и структурой объемных (трёхмерных) и поверхностных кристаллических материалов. Роль чистоты поверхности твердых тел.

Тема 2. Ионно-полевая микроскопия.

дискуссия , примерные вопросы:

Конструкция ионно-полевых микроскопов. Влияние остаточных газов на разрешающую способность ионно-полевого микроскопа.

Тема 3. Просвечивающая микроскопия.

дискуссия , примерные вопросы:

Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ). Основные характеристики; достоинства и недостатки. Пробподготовка.

Тема 4. Сканирующая электронная микроскопия.

дискуссия , примерные вопросы:

Принцип работы растрового электронного микроскопа. Основные характеристики; достоинства и недостатки. Пробподготовка.

Тема 5. Сканирующая электронная микроскопия.

домашнее задание , примерные вопросы:

Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Основные характеристики; достоинства и недостатки. Пробподготовка. Примеры изображений.

Тема 6. Сканирующая силовая микроскопия.

дискуссия , примерные вопросы:

Принцип работы сканирующего силового микроскопа. Основные характеристики; достоинства и недостатки. Пробподготовка. Примеры изображений.

Тема 7. Магнитно-силовая микроскопия.

дискуссия , примерные вопросы:

Принцип работы магнитно-силового микроскопа. Основные характеристики; достоинства и недостатки. Пробподготовка. Примеры изображений.

Тема 8. Микроскопия на основе ЯМР Микроскопия на основе квантовых магнетометров.

реферат , примерные темы:

Принцип работы микроскопа на основе ЯМР. Основные характеристики; достоинства и недостатки.

Тема 9. Сканирующая акустическая микроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.

реферат , примерные темы:

Сканирующая акустическая микроскопия (SAM). Сканирующая лазерная акустическая микроскопия (SLAM). Атомно-силовая акустическая микроскопия (AFAM).

Тема 10. Электронная оже-спектроскопия. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия.

дискуссия , примерные вопросы:

Оже-эффект. Оже-спектроскопия. Основные характеристики; достоинства и недостатки.

Тема 11. Спектроскопия характеристических электронных потерь.

дискуссия , примерные вопросы:

Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов. Основные характеристики; достоинства и недостатки. Примеры изображений.

Тема 12. Термодесорбция. Электронно-стимулированная десорбция.

устный опрос , примерные вопросы:

Термодесорбционная спектроскопия. Основные характеристики; достоинства и недостатки. Примеры изображений. Электронно-стимулированная десорбция ионов.

Тема 13. Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения. Нейтронная спектроскопия и нейтронография.

реферат , примерные темы:

Возникновение тонкой структуры рентгеновских спектров поглощения (EXAFS).

Тема 14. Неупругое рассеяние нейтронов. Циклотронный резонанс.

реферат , примерные темы:

Неупругое рассеяние нейтронов. Циклотронный резонанс.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

При проведении дискуссий активно используются Интернет ресурсы, которыми студенты должны пользоваться при подготовке к дискуссиям.

Список вопросов на экзамен:

1. Методов изучения поверхности и объемного твердого тела.
2. Ионно-полевая микроскопия.
3. Просвечивающая микроскопия.
4. Сканирующая электронная микроскопия.
5. Сканирующая силовая микроскопия.
6. Магнитно-силовая микроскопия.
7. Микроскопия на основе ЯМР.
8. Микроскопия на основе квантовых магнетометров.
9. Сканирующая акустическая микроскопия.
10. Электронная оже-спектроскопия.
11. Спектроскопия характеристических электронных потерь.
12. Тонкая структура рентгеновских спектров поглощения.
13. Неупругое рассеяние нейтронов. Циклотронный резонанс.

Самостоятельная работа студентов позволяет развить следующие компетенции:

- при подготовке рефератам - ОК-1, ПК-7, ПК-6
- при подготовке к экзамену - ПК-1, ПК-2, ОК-1
- при устных ответах (дискуссия) - ОК-1, ОК-5, ПК-2
- при подготовке домашнего задания - ОК-1, ОК-7, ПК-1

7.1. Основная литература:

1. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7.
<http://znanium.com/bookread.php?book=441543>
2. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев . Издание 2-е, исправленное . Москва : Физматлит, 2009 . - 416 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр. в конце гл. - Имен. указ.: с. 406-407 . - Предм. указ.: с. 408-414 . - ISBN 978-5-9221-0582-8 ((в пер.))
3. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс] : монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. - ISBN 978-5-7638-2750-7.
<http://znanium.com/bookread.php?book=492077>

7.2. Дополнительная литература:

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. / Киттель Ч. // М.: Наука, 1978.
2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. / Займан Дж. // М.: Наука, 1974.
3. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел. / Киттель Ч. // М.: Наука, 1967.
4. Займан Дж. Модели беспорядка / Займан Дж. //М.: Мир, 1982.

7.3. Интернет-ресурсы:

- AFM - http://ru.wikipedia.org/wiki/Сканирующий_атомно-силовой_микроскоп
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/4688/Сканирующий <http://www.mnhs.ru/tools/solver.html>
- AUGER - <http://irmt.ru/index.php/experbase/auger>
- RFES - <http://irmt.ru/index.php/experbase/rfes>
- SAM - <http://interbalt.ru/Downloads/SAM.pdf>
<http://download.springer.com/static/pdf/992/art%253A10.1134%252FS0020441209050145.pdf?auth66=13>
- STM - http://ru.wikipedia.org/wiki/Сканирующий_туннельный_микроскоп
<http://www.mikroskopia.ru/info/26.html> http://www.femto.com.ua/articles/part_2/3680.html
http://vestnik.osu.ru/2007_12/28.pdf
- TEM - <http://irmt.ru/index.php/experbase/tem>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные методы микроскопии и спектроскопии твердотельных поверхностей" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Предусмотрено использование мультимедийного проектора

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Физика конденсированного состояния .

Автор(ы):

Тагиров М.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Тагиров Л.Р. _____

"__" _____ 201__ г.