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

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Высокочастотный электронный парамагнитный резонанс/двойной электронно-ядерный резонанс в наноструктурах М2.ДВ.4

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика
Профиль подготовки: Квантовая радиофизика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Автор(ы):
Орлинский С.Б.
Рецензент(ы):

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 6127114

Казань
2014

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Орлинский С.Б. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем , Sergei.Orlinskii@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Высокочастотный ЭПР/ДЭЯР в наноструктурах" являются изучение отдельных вопросов теории двойного электронно-ядерного резонанса и применение его при исследовании наноструктур

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.4 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, векторный и тензорный анализ, квантовая механика, основ теории ЭПР. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

знать основные типы технических решений при создании ВЧ спектрометров

2. должен уметь:

Оценить возможности синеза наноструктур различными методами и прогнозировать результат

3. должен владеть:

усвоить качественное отличие техники и возможностей высокочастотного (ВЧ) ЭПР/ДЭЯР

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Применить ВЧ ЭПР/ДЭЯР и продемонстрировать его преимущества по сравнению с другими методами исследования нано структур

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 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. ВЧ ЭПР/ДЭЯР. История появления и задачи для решения которых метод создавался. Современное состояние в этой области. Варианты технической реализации стационарных ВЧ ЭПР спектрометров.	3	1	2	2	0	научный доклад
2.	Тема 2. Передатчики. Приемники. Магнитная система. Резонаторные и безрезонаторные системы. Имрульсные ВЧ ЭПР спектрометры. Изменение коэффициента заполнения, размеров образца, необходимой мощности СВЧ с ростом частоты.	3	2	2	2	0	научный доклад

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Имрульсные ВЧ ДЭЯР спектрометры. Особенности радиочастотного тракта и его согласования. Методики импульсного ДЭЯР. Последовательность Мимса. Последовательность Девиса. Ориентационные зависимости спектров ДЭЯР.	3	3	2	2	0	научный доклад
4.	Тема 4. Введение. Наноструктуры. Проблемы синтеза и исследований. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых монокристаллов ZnO. Мелкие доноры. Сверхтонкое и суперсверхтонкое взаимодействия.	3	4	2	2	0	научный доклад
5.	Тема 5. Нанокристаллы ZnO. Квантовое ограничение. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых нанокристаллов ZnO. Идентификация доноров и акцепторов. Зависимости от размера g-фактора и констант сверхтонкого и супер сверхтонкого взаимодействий. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР для контроля качества, определения размеров полупроводниковых нанокристаллов ZnO.	3	5	2	2	0	научный доклад

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Динамическая поляризация ядер. Монокристаллы ZnO. Сдвиг линий ЭПР в условия сильной поляризации электронной системы. Динамическая поляризация в нанокристаллах ZnO. Использование эффекта динамической поляризации ядер для увеличения чувствительности и разрешения ЯМР в твердом теле.	3	6	2	2	0	научный доклад
7.	Тема 7. ВЧ ЭПР/ДЭЯР в биологии. Виды парамагнитных центров в протеинах. Спиновые метки. Раствор и монокристаллы азурина. Мембраны. Бактерия родопсин. Использование спиновых меток для изучения структуры и функциональной активности протеина. ВЧ ДЭЯР протонов самой метки и протеина. Квадрупольное взаимодействие дейтерия спиновой метки, квазиориентационная зависимость.	3	7	2	2	0	научный доклад
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			14	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. ВЧ ЭПР/ДЭЯР. История появления и задачи для решения которых метод создавался. Современное состояние в этой области. Варианты технической реализации стационарных ВЧ ЭПР спектрометров.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Введение. ВЧ ЭПР/ДЭЯР. История появления и задачи для решения которых метод создавался. Современное состояние в этой области.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Варианты технической реализации стационарных ВЧ ЭПР спектрометров.

Тема 2. Передатчики. Приемники. Магнитная система. Резонаторные и безрезонаторные системы. Имрульсные ВЧ ЭПР спектрометры. Изменение коэффициента заполнения, размеров образца, необходимой мощности СВЧ с ростом частоты.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Передатчики. Приемники. Магнитная система. Резонаторные и безрезонаторные системы. Имрульсные ВЧ ЭПР спектрометры.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Изменение коэффициента заполнения, размеров образца, необходимой мощности СВЧ с ростом частоты.

Тема 3. Имрульсные ВЧ ДЭЯР спектрометры. Особенности радиочастотного тракта и его согласования. Методики импульсного ДЭЯР. Последовательность Мимса. Последовательность Девиса. Ориентационные зависимости спектров ДЭЯР.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Имрульсные ВЧ ДЭЯР спектрометры. Особенности радиочастотного тракта и его согласования. Методики импульсного ДЭЯР. Последовательность Мимса. Последовательность Девиса.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Ориентационные зависимости спектров ДЭЯР.

Тема 4. Введение. Наноструктуры. Проблемы синтеза и исследований. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых монокристаллов ZnO. Мелкие доноры. Сверхтонкое и суперсверхтонкое взаимодействия.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Введение. Наноструктуры. Проблемы синтеза и исследований. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых монокристаллов ZnO. Мелкие доноры.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Сверхтонкое и суперсверхтонкое взаимодействия.

Тема 5. Нанокристаллы ZnO. Квантовое ограничение. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых нанокристаллов ZnO. Идентификация доноров и акцепторов. Зависимости от размера g-фактора и констант сверхтонкого и супер сверхтонкого взаимодействий. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР для контроля качества, определения размеров полупроводниковых нанокристаллов ZnO.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Нанокристаллы ZnO. Квантовое ограничение. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых нанокристаллов ZnO. Идентификация доноров и акцепторов. Зависимости от размера g-фактора и констант сверхтонкого и супер сверхтонкого взаимодействий.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР для контроля качества, определения размеров полупроводниковых нанокристаллов ZnO.

Тема 6. Динамическая поляризация ядер. Монокристаллы ZnO. Сдвиг линий ЭПР в условия сильной поляризации электронной системы. Динамическая поляризация в нанокристаллах ZnO. Использование эффекта динамической поляризации ядер для увеличения чувствительности и разрешения ЯМР в твердом теле.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Динамическая поляризация ядер. Монокристаллы ZnO. Сдвиг линий ЭПР в условия сильной поляризации электронной системы. Динамическая поляризация в нанокристаллах ZnO.

практическое занятие (2 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Использование эффекта динамической поляризации ядер для увеличения чувствительности и разрешения ЯМР в твердом теле.

Тема 7. ВЧ ЭПР/ДЭЯР в биологии. Виды парамагнитных центров в протеинах. Спиновые метки. Раствор и монокристаллы азурина. Мембраны. Бактерия родопсин. Использование спиновых меток для изучения структуры и функциональной активности протеина. ВЧ ДЭЯР протонов самой метки и протеина. Квадрупольное взаимодействие дейтерия спиновой метки, квазиориентационная зависимость.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ВЧ ЭПР/ДЭЯР в биологии. Виды парамагнитных центров в протеинах. Спиновые метки. Раствор и монокристаллы азурина. Мембраны. Бактерия родопсин. Использование спиновых меток для изучения структуры и функциональной активности протеина. ВЧ ДЭЯР протонов самой метки и протеина.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Квадрупольное взаимодействие дейтерия спиновой метки, квазиориентационная зависимость.

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. ВЧ ЭПР/ДЭЯР. История появления и задачи для решения которых метод создавался. Современное состояние в этой области. Варианты технической реализации стационарных ВЧ ЭПР спектрометров.	3	1	Планирование ВЧ ЭПР/ДЭЯР экспериментов.	6	научный доклад
2.	Тема 2. Передатчики. Приемники. Магнитная система. Резонаторные и безрезонаторные системы. Имрульсные ВЧ ЭПР спектрометры. Изменение коэффициента заполнения, размеров образца, необходимой мощности СВЧ с ростом частоты.	3	2	Основные отличия в технической реализации ВЧ спектрометров.	6	научный доклад

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Имрульсные ВЧ ДЭЯР спектрометры. Особенности радиочастотного тракта и его согласования. Методики импульсного ДЭЯР. Последовательность Мимса. Последовательность Девиса. Ориентационные зависимости спектров ДЭЯР.	3	3	Основные проблемы применения ВЧ ЭПР.	6	научный доклад
4.	Тема 4. Введение. Наноструктуры. Проблемы синтеза и исследований. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых монокристаллов ZnO. Мелкие доноры. Сверхтонкое и суперсверхтонкое взаимодействия.	3	4	Нанотехнология. Методы создания наноструктур.	6	научный доклад
5.	Тема 5. Нанокристаллы ZnO. Квантовое ограничение. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых нанокристаллов ZnO. Идентификация доноров и акцепторов. Зависимости от размера g-фактора и констант сверхтонкого и супер сверхтонкого взаимодействий. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР для контроля качества, определения размеров полупроводниковых нанокристаллов ZnO.	3	5	Нанокристаллы ZnO. Методы синтеза и контроля размеров.	6	научный доклад

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Динамическая поляризация ядер. Монокристаллы ZnO. Сдвиг линий ЭПР в условия сильной поляризации электронной системы. Динамическая поляризация в нанокристаллах ZnO. Использование эффекта динамической поляризации ядер для увеличения чувствительности и разрешения ЯМР в твердом теле.	3	6	Квантовое ограничение. Зависимость плотности волновой функции мелкого донора от размеров нанокристал	7	научный доклад
7.	Тема 7. ВЧ ЭПР/ДЭЯР в биологии. Виды парамагнитных центров в протеинах. Спиновые метки. Раствор и монокристаллы азурина. Мембраны. Бактерия родопсин. Использование спиновых меток для изучения структуры и функциональной активности протеина. ВЧ ДЭЯР протонов самой метки и протеина. Квадрупольное взаимодействие дейтерия спиновой метки, квазиориентационная зависимость.	3	7	Спиновые метки. Мембранные протеины.	7	научный доклад
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Занятия проводятся в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. В лекциях уделено большое внимание разбору конкретных ситуаций возможных для реальных кристаллических веществ. Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции (использование проблемных ситуаций, разбор конкретных ситуаций), самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

Тема 1. Введение. ВЧ ЭПР/ДЭЯР. История появления и задачи для решения которых метод создавался. Современное состояние в этой области. Варианты технической реализации стационарных ВЧ ЭПР спектрометров.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны найти информацию в сети "интернет" о планировании ВЧ ЭПР/ДЭЯР экспериментов.

Тема 2. Передатчики. Приемники. Магнитная система. Резонаторные и безрезонаторные системы. Имрульсные ВЧ ЭПР спектрометры. Изменение коэффициента заполнения, размеров образца, необходимой мощности СВЧ с ростом частоты.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны найти информацию в сети "интернет" о технической реализации ВЧ спектрометров.

Тема 3. Имрульсные ВЧ ДЭЯР спектрометры. Особенности радиочастотного тракта и его согласования. Методики импульсного ДЭЯР. Последовательность Мимса. Последовательность Девиса. Ориентационные зависимости спектров ДЭЯР.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны найти информацию в сети "интернет" о проблемах в применении ВЧ ЭПР

Тема 4. Введение. Наноструктуры. Проблемы синтеза и исследований. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых монокристаллов ZnO. Мелкие доноры. Сверхтонкое и суперсверхтонкое взаимодействия.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны найти информацию в сети "интернет" о методах создания наноструктур.

Тема 5. Нанокристаллы ZnO. Квантовое ограничение. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании полупроводниковых нанокристаллов ZnO. Идентификация доноров и акцепторов. Зависимости от размера g-фактора и констант сверхтонкого и супер сверхтонкого взаимодействий. Применение ВЧ ЭПР/ДЭЯР для контроля качества, определения размеров полупроводниковых нанокристаллов ZnO.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны найти информацию в сети "интернет" о методах синтеза и контроля размеров нанокристаллов ZnO.

Тема 6. Динамическая поляризация ядер. Монокристаллы ZnO. Сдвиг линий ЭПР в условия сильной поляризации электронной системы. Динамическая поляризация в нанокристаллах ZnO. Использование эффекта динамической поляризации ядер для увеличения чувствительности и разрешения ЯМР в твердом теле.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны найти информацию в сети "интернет" о зависимости плотности волновой функции мелкого донора от размеров нанокристалла

Тема 7. ВЧ ЭПР/ДЭЯР в биологии. Виды парамагнитных центров в протеинах. Спиновые метки. Раствор и монокристаллы азурина. Мембраны. Бактерия родопсин. Использование спиновых меток для изучения структуры и функциональной активности протеина. ВЧ ДЭЯР протонов самой метки и протеина. Квадрупольное взаимодействие дейтерия спиновой метки, квазиориентационная зависимость.

научный доклад , примерные вопросы:

Студенты должны найти информацию в сети "интернет" о спиновых метках в мембранных протеинах.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

лекции, практические занятия, контрольные работы, самостоятельные работы

Билеты к зачету по 'Высокочастотный ЭПР/ДЭЯР в ноноструктурах'

Билет 1

Планирование ВЧ ЭПР/ДЭЯР экспериментов.

Билет 2

Основные отличия в технической реализации ВЧ спектрометров.

Билет 3

Основные проблемы применения ВЧ ЭПР.

Билет 4

Импульсный ВЧ ЭПР.

Билет 5.

Импульсный ВЧ ДЭЯР.

Билет 6.

Полупроводниковые нанокристаллы. Квантовое ограничение.

Билет 7.

Мелкие доноры. Монокристаллы ZnO.

Билет 8.

Идентификация мелких доноров ВЧ ЭПР/ДЭЯР.

Билет 9.

Квантовое ограничение. Зависимость g- фактора мелкого донора от размеров нанокристалла.

Билет 10.

Квантовое ограничение. Зависимость плотности волновой функции мелкого донора от размеров нанокристалла.

Билет 11.

Динамическая поляризация ядер. Монокристаллы ZnO

Билет 12.

Динамическая поляризация ядер. Нанокристаллы ZnO.

Билет 13.

ВЧ ЭПР в биологических объектах. Основные типы парамагнитных центров.

Билет 14.

Бактерия родопсин. ВЧ ЭПР/ДЭЯР спиновой метки на поверхности, 162 позиция.

Билет 15

Бактерия родопсин. . Возможности ВЧ ЭПР/ДЭЯР при исследовании функциональной активности протеинов.

Билет 16.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Идентификация нанокристаллов ZnO активированных Al.

7.1. Основная литература:

1. М.М.Зарипов Основы теории спектров электронного парамагнитного резонанса в кристаллах: курс лекций. / М.М.Зарипов //- Казань: Казан.гос.ун-т, 2009.? 212 с. : ил. ; 21 см. ? Библиогр.: с. 205-206 (24 назв.) .? ISBN 978-5-98180-707-7, 225 .

2. Электронные приборы и устройства: Учебник / Ф.А. Ткаченко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 682 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004658-7 http://znanium.com/bookread.php?book=209952

3. Безбородов, Ю. Н. Методы контроля и диагностики эксплуатационных свойств смазочных материалов по параметрам термоокислительной стабильности и температурной стойкости [Электронный ресурс] : монография / Ю. Н. Безбородов, Б. И. Ковальский, Н. Н. Малышева, А. Н. Сокольников, Е. Г. Мальцева. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 366 с. - ISBN 978-5-7638-2225-0.

http://znanium.com/bookread.php?book=442965

7.2. Дополнительная литература:

1. Электронный парамагнитный резонанс ионов переходных групп, Том. II / А. Абрагам, Б. Блини, Том. II, Мир, Москва, 1973, 349с

2. Альтшулер С. А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс, М.: Наука,1972.

3. Поисковая система Scopus для поиска студентами статей о развитии используемых в курсе методов ЭПР-спектроскопии в настоящее время. www.scopus.com

7.3. Интернет-ресурсы:

Поисковая система Scopus - http://www.scopus.com/home.url

Программа Balls & Sticks - http://www.toycrate.org/bs/index.html

Программа Easyspin - http://www.easyspin.org/

Программа Матлаб - www.mathworks.com/

Сайт издателя Elsevier - http://elsevierscience.ru/

Сайт фирмы Брукер - http://www.bruker-biospin.de

Центр коллективного пользования КПФУ - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=11446

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Высокочастотный электронный парамагнитный резонанс/двойной электронно-ядерный резонанс в наноструктурах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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 оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Мультимедийный комплекс для чтения лекций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Квантовая радиофизика .

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Автор(ы):
Орлинский С.Б. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
"__" _____ 201 __ г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ