

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. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

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:

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No

Казань
2014

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) 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
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии - в курсе "Высокочастотный электронный парамагнитный резонанс / двойной электронно-ядерный резонанс в наноструктурах" студенты учатся использовать современные поисковые научные системы для получения новой информации в недавно вышедших научных статьях
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии - в курсе "Высокочастотный электронный парамагнитный резонанс / двойной электронно-ядерный резонанс в наноструктурах" объясняется большее количество общенаучных и специальных терминов
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способностью выстраивать и реализовывать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования - в курсе "Высокочастотный электронный парамагнитный резонанс / двойной электронно-ядерный резонанс в наноструктурах" приводятся варианты применения методов и методик магнитного резонанса в будущей профессиональной деятельности. Выполнение самостоятельной работы стимулирует к профессиональному саморазвитию

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-4 (общекультурные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности - в курсе "Высокочастотный электронный парамагнитный резонанс / двойной электронно-ядерный резонанс в наноструктурах" дается материал по самым разным областям применения магнитного резонанса, от физики твердого тела до медицины и биологии
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности - курс "Высокочастотный электронный парамагнитный резонанс / двойной электронно-ядерный резонанс в наноструктурах" демонстрирует применение методов математики и квантовой механики с их последующим применением в различного рода практических приложениях

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

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

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 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. Импульсные ВЧ ЭПР спектрометры. Изменение коэффициента заполнения, размеров образца, необходимой мощности СВЧ с ростом частоты.	3	2	2	2	0	научный доклад
3.	Тема 3. Импульсные 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

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
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

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
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)):

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. Импульсные 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. Импульсные ВЧ ЭПР спектрометры.

практическое занятие (2 часа(ов)):

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

Тема 3. Импульсные 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)):

Импульсные 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)):

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.	5	научный доклад
2.	Тема 2. Передатчики. Приемники. Магнитная система. Резонаторные и безрезонаторные системы. Импульсные ВЧ ЭПР спектрометры. Изменение коэффициента заполнения, размеров образца, необходимой мощности СВЧ с ростом частоты.	3	2	Основные отличия в технической реализации ВЧ спектрометров.	5	научный доклад

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

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	6	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.	6	научный доклад
	Итого				40	

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.

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. Импульсные 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. Импульсные 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 суперсверхтонкого 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.

Примерные вопросы к зачету:

лекции, практические занятия, контрольные работы, самостоятельные работы

7.1. Основная литература:

1. A. Schweiger and G. Jeschke, Principles of Pulse Electron Paramagnetic Resonance (Oxford University Press, Oxford, 2001)
- 2 S.B. Orlinskii, H. Blok, E.J.J. Groenen, J. Schmidt, P.G. Baranov, C. de Mello Donega', and A. Meijerink. High-frequency EPR and ENDOR spectroscopy on semiconductor nanocrystals. Magn. Reson. Chem. 43, (2005) pp. S140-144.
- 3 Biological Magnetic Resonance, Vol. 22, Very High Frequency (VHF) ESR/EPR, O. Y. Grinberg and L. J. Berliner, Eds., Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2004.
- 4 И.П. Суздаев, Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. - М.: КомКнига, 2006. - 592 с.
- 5 Дж. Уайтсайдс, Д. Эйглер, Р. Андерс и др. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. Пер. с англ. - М.: Мир, 2002. - 292 с.
- 6 Н. Кобаяси. Введение в нанотехнологию.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.- 134 с.

7.2. Дополнительная литература:

1. W.B.Mims Electron spin echoes, in : S.Geschwind (Ed.), Electron Paramagnetic Resonance, Plenum Press, New York/London 1972
- 2 S.B. Orlinskii, H. Blok, E.J.J. Groenen, J. Schmidt, P.G. Baranov, C. de Mello Donega', and A. Meijerink. High-frequency EPR and ENDOR spectroscopy on semiconductor nanocrystals. Magn. Reson. Chem. 43, (2005) pp. S140-144.

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 согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Высокочастотный электронный парамагнитный резонанс / двойной электронно-ядерный резонанс в наноструктурах" 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.

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

Автор(ы):

Орлинский С.Б. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.