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. Таюрский Д.А.

_____ "___" _____20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современные разработки и технологии в области градиентного ядерного магнитного резонанса Б3.ДВ.8

Направление подготовки: 011200.62 - Физика
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Скирда В.Д.

Рецензент(ы):
Клочков В.В.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Скирда В. Д.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 6139617

Казань
2017

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) Скирда В.Д.
Кафедра физики молекулярных систем Отделение физики , Vladimir.Skirda@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

- ознакомление с принципами градиентного ЯМР, с особенностями аппаратуры,
- получение навыков работы на аппаратуре градиентного ЯМР в ходе выполнения лабораторных экспериментов,
- освоение и получение навыков по применению разработок и технологий градиентного ЯМР в исследованиях динамики молекулярных систем, в получении ЯМР томограмм, а также ознакомление с современными подходами в области ЯМР каротажа

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.8 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.8 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Студентам, обучающимся по данной дисциплине, достаточно знаний, полученных в процессе обучения по дисциплинам "Радиофизика и электроника", "Электричество и магнетизм", "Молекулярная физика".

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-3 (общекультурные компетенции)	способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способность понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки))

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные принципы применения градиентных методов в ЯМР и физические основы этих методов и методик, включая методики ЯМР томографии.

2. должен уметь:

читать сложные импульсные последовательности с градиентом магнитного поля и на их базе конструировать новые и правильно применять их.

3. должен владеть:

известным арсеналом основных подходов и методик для решения конкретных исследовательских задач и постановки экспериментов на основе методик градиентного ЯМР

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания и навыки на практике.

Пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки).

Понимать, обосновывать и логично представлять результаты эксперимeтальных исследований по областям применения методик ЯМР.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 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 в градиентный ЯМР	8	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Градиент постоянного магнитного поля	8	2-4	4	4	0	Дискуссия
3.	Тема 3. Особенности ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля	8	5-7	4	6	0	Презентация Устный опрос
4.	Тема 4. Современные методики градиентного ЯМР	8	8-11	6	8	0	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Методики, основанные на использовании внутренних градиентов магнитного поля	8	12	2	4	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Основы ЯМР-томографии	8	13-16	8	8	0	Контрольная работа
7.	Тема 7. ЯМР в полях рассеяния постоянных магнитов	8	17	2	0	0	Дискуссия
8.	Тема 8. Аппаратура градиентного ЯМР	8	18	2	0	0	Реферат
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			30	30	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в градиентный ЯМР

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Предмет спецкурса. Однородные магнитное и радиочастотное поля, как основные условия классического ЯМР. Методы анализа этих неоднородностей и основные подходы, применяемые для исключения влияния неоднородностей. Конструкции магнитов и датчиков ЯМР, многоимпульсные последовательности, вращение образца.

Тема 2. Градиент постоянного магнитного поля

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Линейный постоянный градиент магнитного поля. Способы формирования. Градиентные катушки. Сравнительный анализ конструкций градиентных катушек. Градиент в краевом поле магнита. Способы оценки величины градиента и его направления. Самодиффузия как явление. Влияние самодиффузии в условиях постоянного градиента на сигнал ЯМР в различных импульсных последовательностях. Способы минимизации эффекта самодиффузии. Ограничения на величину постоянного градиента магнитного поля в реальном эксперименте, анализ причин. Требования к приемной и передающей частям установки. Достоинства и недостатки методик с постоянным градиентом магнитного поля. Градиент радиочастотного поля как подход, альтернативный градиенту магнитного поля в исследованиях самодиффузии.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Работа на ЯМР релаксометре. Изучение сигналов ЯМР в двухимпульсной последовательности Хана, последовательности стимулированного эхо и многоимпульсной последовательности Карра-Парселла-Мейбума-Гилла (КПМГ) в условиях постоянного градиента магнитного поля для образцов различной вязкости.

Тема 3. Особенности ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля

лекционное занятие (4 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля, история развития методики. Требования к форме и амплитуде импульсов градиента. Специфичность требований к стабильности импульсов градиента магнитного поля. История становления метода, достижения и перспективы развития в части увеличения значений градиента магнитного поля в импульсе. Основные импульсные последовательности. Требования к стабильности импульсного градиента магнитного поля. Необходимость и проблемы создания мощных импульсов градиента магнитного поля. Стабилизирующее влияние постоянного градиента. Способы измерения параметров (амплитудное и действующие значения, форма импульса градиента) импульсного градиента. Требования к линейности градиента по объему образца. Основные идеи, используемые в аппаратуре мощных градиентов магнитного поля. Проблемы, возникающие при использовании мощных градиентов магнитного поля, и способы их решения. Типичные импульсные последовательности и исследуемые зависимости амплитуды сигнала спинового эхо от параметров последовательности.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Работа на ЯМР диффузометре. Освоение и обоснование требований к временным параметрам последовательности и параметрам импульсов градиента. Получение диффузионных затуханий в зависимости от параметров импульсного градиента и от времени диффузии на примере образцов, предложенных преподавателем. Определение значений градиента магнитного поля и последующее определение коэффициентов самодиффузии.

Тема 4. Современные методики градиентного ЯМР

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Градиентные методы в исследованиях самодиффузии в сложных молекулярных систем. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от временных интервалов после-довательности в случаях, осложненных неэкспоненциальной ядерной магнитной релаксацией; молекулярным, протонным или спиновым обменами. Способы идентификации причин зависимости формы диффузионного затухания от временных интервалов последовательности. Модифицированная последовательности стимулированного эхо. Многомерные эксперименты и представление данных. Основная информация, получаемая с помощью градиентных методов в исследованиях неоднородных, пористых систем и мембранных материалов. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от времени диффузии в упорядоченных системах. Диффузионная и потоковая дифракция. Зависимость среднего коэффициента самодиффузии от времени диффузии. Методические подходы, применяемые для получения структурных характеристик пористой среды. Методики со знакопеременным градиентом магнитного поля. Модифицированная последовательность стимулированного эхо. Тринадцатиинтервальная последовательность стимулированного эхо. Двумерные эксперименты. Градиентный ЯМР в условиях потока, особенности и примеры.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Освоение классических импульсных последовательностй с импульсным градиентом магнитного поля применительно к образцам, характеризующимся (по предложению преподавателя) либо многокомпонентностью, либо наличием молекулярного обмена. Работа по совоению подходов и методик ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля к образцам с ограниченной геометрией. исследование зависимости формы диффузионного затухания и среднего коэффициента самодиффузии от времени диффузии. Визуализация потоков. Методы измерения скорости потока, основанные на явлении ЯМР.

Тема 5. Методики, основанные на использовании внутренних градиентов магнитного поля

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Условия и механизм возникновения внутренних градиентов магнитного поля. Методики учета и минимизации влияния внутренних градиентов магнитного поля в экспериментах с импульсным градиентом. Эффекты самодиффузии во внутренних градиентах магнитного поля. Методики оценки значений внутренних градиентов магнитного поля. Методики измерения коэффициентов самодиффузии и характеристик пористой среды на основе основе использования эффектов, вызванных внутренними градиентами магнитного поля.

практическое занятие (4 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Работа на ЯМР установке. Освоение методик, оснванных на эффекте внутренних градиентов магнитного поля. Проведение исследований на пористых образцах с различными размерами пор. Оформление отчета.

Тема 6. Основы ЯМР-томографии

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Градиент магнитного поля, как основа ЯМР томографии. Основные способы пространственной визуализации. Локальный ЯМР, методы чувствительной точки, линии, плоскости. Методы восстановления по проекциям. Понятие селективного радиочастотного импульса. Выделение плоскости, фазочастотное кодирование. Эхо-планарный метод. Сравнение различ-ных методик ЯМР томографии по чувствительности. Методики контрастирования изображений по временам спин-решеточной и спин-спиновой релаксации, коэффициентам самодиффузии. Методы пространственной визуализации во внешнем поле магнита.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Работа на ЯМР томографе. Освоение работы на установке. Получение томографического изображения фонтомного образца. Освоение методик контрастирования изображения по временам релаксации на модельном образце. Оформление отчета по результатам.

Тема 7. ЯМР в полях рассеяния постоянных магнитов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ЯМР во внешнем магнитном поле. Особенности ЯМР в поле земли. Практические реализации аппаратуры ЯМР в поле земли. ЯМР каротаж. Особенности конструкций приборов для ЯМР каротажа. Основные измеряемые параметры и характеристики специализированных приборов ЯМР каротажа производства различных фирм. Особенности обработки и трактовки экспериментальных данных. Спектры времен релаксации.

Тема 8. Аппаратура градиентного ЯМР

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Типы магнитных систем: достоинства и недостатки. Основные блоки, необходимые для возбуждения и регистрации сигнала ЯМР. Приемно-передающие устройства. Требования к ним. Системы детектирования сигнала ЯМР. Синхронный детектор. Квадратурный детектор. Аналоговое и цифровое квадратурное детектирование. Назначение и требования к системам формирования импульсных последовательностей, формирователь радиочастотных импульсов, формирование фазы. Системы стабилизации резонансных условий. Назначение и требования к блокам импульсного градиента магнитного поля. Способы измерения параметров (амплитудное и действующие значения) импульсного градиента. Типы градиентных катушек

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
2.	Тема 2. Градиент постоянного магнитного поля	8	2-4	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
3.	Тема 3. Особенности ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля	8	5-7	подготовка к презентации	4	презентация
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Современные методики градиентного ЯМР	8	8-11	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Методики, основанные на использовании внутренних градиентов магнитного поля	8	12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Основы ЯМР-томографии	8	13-16	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
7.	Тема 7. ЯМР в полях рассеяния постоянных магнитов	8	17	подготовка к дискуссии	6	дискуссия
8.	Тема 8. Аппаратура градиентного ЯМР	8	18	подготовка к реферату	8	реферат
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основными технологиями в учебном процессе являются лекции, практические заняти и самостоятельная работа по подготовке к устному опросу по текущим темам, подготовке презентаций и рефератов. Предусматривается обсуждение презентаций в интерактивном режиме, а также проведение дискуссий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

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

Тема 1. Введение в градиентный ЯМР

Тема 2. Градиент постоянного магнитного поля

дискуссия , примерные вопросы:

1. Роль постоянного градиента магнитного поля в измерениях времен релаксации. 2. Почему методики с постоянным градиентом магнитного поля применяются только для маловязких жидкостей? 3. Градиент магнитного поля в краевом поле магнита.

Тема 3. Особенности ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля

презентация , примерные вопросы:

1. Импульсный градиент магнитного поля как метод непосредственного измерения распределения смещений молекул за счет трансляционной подвижности. 2. Понятие времени диффузии в методиках градиентного ЯМР с постоянным и импульсным градиентами магнитного поля. 3. Три вида зависимостей диффузионных затуханий от параметров импульсной последовательности.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие факторы в градиентном ЯМР определяют временное и пространственное разрешение метода? 2. Назовите и проанализируйте способы измерения параметров импульсного градиента. 3. Обоснуйте особенности требований к стабильности импульсного градиента магнитного поля.

Тема 4. Современные методики градиентного ЯМР

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Импульсные последовательности градиентного ЯМР в изучении многокомпонентных систем. Особенности в поведении формы диффузионных затуханий. 2. Форма диффузионного затухания и средний коэффициент самодиффузии: их зависимости от времени диффузии в пористых системах. 3. Знакопеременный градиент магнитного поля. Решаемые задачи.

Тема 5. Методики, основанные на использовании внутренних градиентов магнитного поля

устный опрос , примерные вопросы:

1. Почему в неоднородных средах может возникнуть проблема внутренних градиентов магнитного поля? 2. Как зависит знаяения внутренних градиентов магнитного поля от характеристик образца и от внешнего магнитного поля? 3. Назовите способы исключения или уменьшения влияния внутренних градиентов магнитного поля. 4. Как эффект внутренних градиентов магнитного поля может быть использован для получения полезной информации?

Тема 6. Основы ЯМР-томографии

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Основные способы пространственной визуализации. Локальный ЯМР, методы чувствительной точки, линии, плоскости. 2. Понятие селективного радиочастотного импульса. Необходимые и достаточные условия. 3. Фурье преобразование в ЯМР томографии. Методики с частотным и фазовым кодированием. 4. Факторы и методики, влияющие на контрастирование изображений.

Тема 7. ЯМР в полях рассеяния постоянных магнитов

дискуссия , примерные вопросы:

1. Достоинства и недостатки экспериментов в полях рассеяяния постоянных магнитов. 2. особенности возбуждения и регистрации сигнала ЯМР в магнитном поле земли. 3. ЯМР каротаж, задачи и особенности конструирования приборов. Типы применямых магнитных систем.

Тема 8. Аппаратура градиентного ЯМР

реферат , примерные темы:

1. Общая блок-схема ЯМР установки. Обоснование используемых блоков и взаимосвязей. 2. Особенности ЯМР аппаратуры градиентного ЯМР. Требования к блокам импульсного градиента. 3. Типы градиентных катушек, применяемых в градиентном ЯМР, и их сравнительный анализ.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

1. Роль однородности магнитного поля в постановке экспериментов ЯМР. Основные способы устранения влияния неоднородностей магнитного и радиочастотного полей.

2. Какая информация содержится в сигнале ЯМР, полученного в условиях градиента магнитного поля?

3. Основные импульсные последовательности, применяемые в исследованиях трансляционной подвижности.

4. Фактор нестабильности импульсов градиента магнитного поля. Стабилизирующее влияние постоянного градиента магнитного поля. Способы измерения характеристик импульсного градиента.

5. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от временных интервалов последовательности в случае, осложненном неэкспоненциальной ядерной магнитной релаксацией.

6. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от временных интервалов последовательности в случае, осложненном молекулярным, протонным или спиновым обменами.

7. Модифицированные последовательности стимулированного эхо. Многомерные эксперименты.

9. Зависимость среднего коэффициента самодиффузии от времени диффузии в неоднородных средах. Способы получения информации о структурных характеристиках.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

10. Градиент магнитного поля, как основа ЯМР томографии.
11. Локальный ЯМР. Методы чувствительной точки, линии, плоскости.
12. Метод восстановления по проекциям.
13. Двумерное фурье-преобразование. Метод "подтягивания" спинов. Эхо-планарная интроскопия.
14. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии.
15. Сравнительный анализ чувствительности и быстродействия различных методик ЯМР-томографии.
16. Методики контрастирования изображений по времени спин-решеточной релаксации.
17. Методики контрастирования изображений по времени спин-спиновой ре-лаксации.
18. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.
19. ЯМР-томография потоков. Влияние и методы исключения потоков на ЯМР-изображение.
21. ЯМР во внешнем магнитном поле, ЯМР в поле земли..
22. ЯМР каротаж, особенности аппаратуры и условий регистрации сигнала.

Вопросы 1-9 ориентированы на проверку компетенций ПК-10 (способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований), ОК-3 (способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии).

Вопросы 9-17 ориентированы на проверку компетенций ОК-1 (способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук), ОК-3 (способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии) и ПК-1 (способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач).

Вопросы 18-22 ориентированы на тестирование компетенций ПК-1 (способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач), ПК-2 (способностью применять на практике базовые профессиональные навыки) и ПК-4 (способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)).

7.1. Основная литература:

1. Медицинская и биологическая физика: учебник / Ремизов А.Н. - 4-е изд., испр. и перераб. 2013. - 648 с.
http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970424841.html

2. Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса: монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - М. : Логос, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5
http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469025

3. Лучевая диагностика (МРТ, КТ, УЗИ, ОФЭКТ и ПЭТ) заболеваний печени: руководство. Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Фокин В.А. / Под ред. Г.Е. Труфанова. 2008. - 264 с.

7.2. Дополнительная литература:

1. Теоретическая физика : учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского .? М. : ФИЗМАТЛИТ, Т. 3: Квантовая механика (нерелятивистская теория) .? 5-е изд., стер. ? 2004 .? 800 с.

2. Атомная физика. Теоретические основы и лабораторный практикум: Уч. пос. / В.Е.Граков, С.А.Маскевич и др.; Под общ. ред. А.П.Клищенко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 333с. http://znanium.com/bookread.php?book=218015#none

3. Химия нефти и газа: учебное пособие / В.Д. Рябов. - М.: ИД ФОРУМ, 2012. - 336 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=328497

7.3. Интернет-ресурсы:

ChemNet Россия - http://www.chem.msu.ru/rus/journals/membranes/2/st1_text.htm

Введение в курс спектроскопии ЯМР - http://files.rushim.ru/books/spectroscopia/Guenther.pdf

Википедия - http://ru.wikipedia.org

Википедия - https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитно-резонансная_томография

Элементы большой науки. Что такое ЯМР-томография - http://elementy.ru/lib/431024

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные разработки и технологии в области градиентного ядерного магнитного резонанса" 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 оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Лабораторные установки ЯМР (ЯМР-релаксометр и ЯМР - диффузометр).

Специализированный ЯМР томограф.

Персональные компьютеры.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):
Скирда В.Д. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Клочков В.В. _____
"__" _____ 201 __ г.