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

Ядерная магнитно-резонансная микротомография М2.ДВ.1

Направление подготовки: 011200.68 - Физика
Профиль подготовки: Медицинская физика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Скирда В.Д. , Ильясов К.А.

Рецензент(ы):

Аганов А.В.

СОГЛАСОВАНО:

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

Регистрационный No 6132614

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) профессор, д.н. (доцент) Ильясов К.А. Кафедра общей физики Отделение физики , Kamil.Ilyasov@kpfu.ru ; заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Скирда В.Д. Кафедра физики молекулярных систем Отделение физики , Vladimir.Skirda@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

в рамках дисциплины "Ядерная магнитно-резонансная микротомографии" излагаются основные принципы ЯМР томографии, принципы формирования импульсных последовательностей, принципы контрастирования изображений по параметрам ЯМР-релаксации, коэффициентам самодиффузии, скорости потока.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ Дисциплины по выбору" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к вариативной профессональной части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Студентам, обучающимся по данной дисциплине, достаточно знаний, полученных в процессе обучения по дисциплинам "Радиофизика и электроника", "Физические основы и техника магнитного резонанса", "Магнитно-резонансные методы".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность 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
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой)
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способность организовать работу коллектива для решения профессиональных задач

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

углубленные знания в области математики и естественных наук, базовые знания фундаментальных разделов физики; современные проблемы физики, новейшие достижения физики; методы анализа и синтеза физической информации

2. должен уметь:

использовать знания в области математики и естественных наук, адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности и социальных условий деятельности;

пользоваться знаниями современных проблем и достижений физики; использовать информационные технологии для решения физических задач

3. должен владеть:

способностями демонстрировать углубленными знаниями в области естественных наук и математики, фундаментальными разделами физики навыками использования знаний современных проблем физики; навыками проведения самостоятельных научных исследований в избранной области теоретической физики.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований,

применять на практике базовые профессиональные навыки,

использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки),

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

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.);

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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. Общие принципы томографии и микротомографии. Классические методы формирования изображения.	3	1	2	0	0	
3.	Тема 3. Настройка ЯМР аппаратуры. Формы сигналов в однородном и неоднородном магнитном полях.	3	2	0	2	0	устный опрос
5.	Тема 5. Плоскостные и многоплоскостные методы с использованием Фурье преобразования.	3	3	2	0	0	устный опрос презентация дискуссия
6.	Тема 6. Работа на учебном мини ЯМР-томографе.	3	4	0	2	0	тестирование
7.	Тема 7. Формирование контраста по временам релаксации, Контрастирование изображений по временам релаксации.	3	5	2	0	0	устный опрос
8.	Тема 8. Фантомные образцы. Классические методики контрастирования изображений по временам релаксации.	3	6	0	2	0	домашнее задание
9.	Тема 9. Томография в неоднородных и пористых системах.	3	7	2	0	0	

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	
10.	Тема 10. Проблема внутренних градиентов магнитного поля в ЯМР томографии неоднородных материалов и пористых систем.	3	8	0	2	0	контрольная работа
11.	Тема 11. Особенности и предел разрешения в микротомографии. Достижения и перспективы.	3	9	2	0	0	устный опрос
12.	Тема 12. Практические навыки по настройке приборов, выбору методики и импульсных последовательностей для получения качественных ЯМР-микротомограмм на примере различных образцов материалов и веществ.	3	10-14	0	6	0	отчет
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			10	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общие принципы томографии и микротомографии. Классические методы формирования изображения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Классификация методов формирования изображений. Рентген. Ультразвук. Компьютерная томография. Введение в принципы ЯМР. Классическое представление. ЯМР в неоднородном магнитном поле. Локальное возбуждение спиновой системы. Последовательная выборка по точкам. Метод чувствительной точки. ЯМР с фокусирующим полем и локальный ЯМР.

Тема 3. Настройка ЯМР аппаратуры. Формы сигналов в однородном и неоднородном магнитном полях.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Работа на учебном ЯМР-релаксометре. Приобретение навыков по настройке ЯМР аппаратуры. Изучение формы сигналов в однородном и неоднородном магнитном полях. Изучение влияния на форму сигналов распределения плотности ядер по образцу на фантомных образцах. Составление отчета.

Тема 5. Плоскостные и многоплоскостные методы с использованием Фурье преобразования.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Метод восстановления по проекциям. Понятие селективных радиочастотных импульсов. Двумерное обратное фурье-преобразование. Фурье-интроскопия. Основы фурье-преобразований. Двумерное фурье-преобразование. Метод "подтягивания" спинов. Эхо-планарная интроскопия.

Тема 6. Работа на учебном мини ЯМР-томографе.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Работа на учебном мини ЯМР-томографе. Изучение интерфейса и команд управления. Получение двумерного томографического изображения фантомного образца. Составление отчета.

Тема 7. Формирование контраста по временам релаксации, Контрастирование изображений по временам релаксации.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Сравнительный анализ чувствительности и быстродействия различных методов ЯМР-томографии. Основные принципы и методики контрастирования изображений по временам спин-решеточной и спин-спиновой релак-сации. Импульсные последовательности контрастирования изображения по временам релаксации.

Тема 8. Фантомные образцы. Классические методики контрастирования изображений по временам релаксации.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Работа на учебном ЯМР-томографе. Приготовление фантомного образца с распределением по временам релаксации. Освоение методик контрастирования изображений по временам релаксации. Подготовка отчета.

Тема 9. Томография в неоднородных и пористых системах.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Эффекты внутренних градиентов магнитного поля и самодиффузии на разрешающую способность ЯМР-интроскопии. Методы оценки значений внутренних градиентов и способы уменьшения их влияния на томографическое изображение. Типичные артефакты изображений. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.

Тема 10. Проблема внутренних градиентов магнитного поля в ЯМР томографии неоднородных материалов и пористых систем.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое занятие по исследованию проблемы внутренних градиентов в неоднородных объектах. Работа на ЯМР установке с набором образцов, отличающихся по характеристикам пористого пространства.

Тема 11. Особенности и предел разрешения в микротомографии. Достижения и перспективы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обзор современных достижений в области ЯМР микротомографии. Особенности аппаратуры, применяемой в микротомографии. Предел разрешения и определяющиего его факторы.

Тема 12. Практические навыки по настройке приборов, выбору методики и импульсных последовательностей для получения качественных ЯМР-микротомограмм на примере различных образцов материалов и веществ.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Практические занятия на ЯМР установках и минитомографе, предназначенные для получения навыков по настройке приборов, выбору методики и импульсных последовательностей для достижения максимально возможного пространственного разрешения и корректного контрастирования изображения на примере набора образцов, включающих в себя модельные и природные пористые системы с разными насыщающими флюидами, образцов растительных и животных тканей, а также образцов различных материалов.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

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. Настройка ЯМР аппаратуры. Формы сигналов в однородном и неоднородном магнитном полях.	3	2	Работа с литературой	6	устный опрос
5.	Тема 5. Плоскостные и многоплоскостные методы с использованием Фурье преобразования.	3	3	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
				Презентация	4	Презентация
				Работа с литературой	4	устный опрос
6.	Тема 6. Работа на учебном мини ЯМР-томографе.	3	4	отчет	3	устный опрос
				Работа с описанием ЯМР-томографа	3	отчет
7.	Тема 7. Формирование контраста по временам релаксации, Контрастирование изображений по временам релаксации.	3	5	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Фантомные образцы. Классические методики контрастирования изображений по временам релаксации.	3	6	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
10.	Тема 10. Проблема внутренних градиентов магнитного поля в ЯМР томографии неоднородных материалов и пористых систем.	3	8	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
11.	Тема 11. Особенности и предел разрешения в микротомографии. Достижения и перспективы.	3	9	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Практические навыки по настройке приборов, выбору методики и импульсных последовательностей для получения качественных ЯМР-микротомограмм на примере различных образцов материалов и веществ.	3	10-14	подготовка к отчету	6	отчет
				Работа с литературой	2	собеседование
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основными формами обучения являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов (индивидуальная работа студентов в условиях доступности консультаций с преподавателем).

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

Тема 1. Общие принципы томографии и микротомографии. Классические методы формирования изображения.

Тема 3. Настройка ЯМР аппаратуры. Формы сигналов в однородном и неоднородном магнитном полях.

устный опрос , примерные вопросы:

Как и в чем проявляются эффекты неоднородного магнитного поля? Какую роль играет градиент магнитного поля в томографии и микротомографии ЯМР?

Тема 5. Плоскостные и многоплоскостные методы с использованием Фурье преобразования.

дискуссия , примерные вопросы:

Какой метод получения изображений в ЯМР томографии лучше? А какой эффективнее? Как определяется характеристика чувствительности в ЯМР томографии? Можно ли получить томографическое изображение без применения селективных радиочастотных импульсов? Если да, то какими методами?

Презентация , примерные вопросы:

Одномерное, двумерное и трехмерное фурье-преобразования в ЯМР томографии.

устный опрос , примерные вопросы:

Укажите необходимые и достаточные признаки селективного радиочастотного импульса. Какие формы селективных радиочастотных импульсов применяются в томографии? Укажите их преимущества и недостатки. Преимущества и недостатки методик томографии с использованием селективных радиочастотных импульсов.

Тема 6. Работа на учебном мини ЯМР-томографе.

отчет , примерные вопросы:

Основные команды и импульсные программы, используемые в учебном ЯМР томографе. Описать их назначение, указать смысл и пределы устанавливаемых параметров.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

устный опрос , примерные вопросы:

Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.

Тема 7. Формирование контраста по временам релаксации, Контрастирование изображений по временам релаксации.

устный опрос , примерные вопросы:

Приведите импульсные последовательности, применяемые для получения контраста по спин-решеточной релаксации? Какой параметр в импульсных последовательностях определяет контраст по временам релаксации? Как временные интервалы в контрастирующих импульсных последовательностях должны соотноститься с характеристиками ЯМР релаксации исследуемых объектов?

Тема 8. Фантомные образцы. Классические методики контрастирования изображений по временам релаксации.

домашнее задание , примерные вопросы:

Поиск информации в литературе по временам релаксации различных биологических и неживых объектов. Оценка того, какие параметры измерения ЯМР томограм оптимальны и какие допустимы для получения изображений таких объектов.

Тема 9. Томография в неоднородных и пористых системах.

Тема 10. Проблема внутренних градиентов магнитного поля в ЯМР томографии неоднородных материалов и пористых систем.

контрольная работа , примерные вопросы:

Причины и условия возникновения распределения внутренних магнитных полей в неоднородных объектах. Механизмы влияния внутренних градиентов магнитного поля на пространственное разрешение в ЯМР томограмах.

Тема 11. Особенности и предел разрешения в микротомографии. Достижения и перспективы.

устный опрос , примерные вопросы:

Какими параметрами импульсных последовательносте определяется пространственное разрешение? Как пространственное разрешение зависит от характеристик ЯМР релаксации? Укажите основные ограничения на величину градиента магнитного поля в ЯМР томографии и в микротомографии.

Тема 12. Практические навыки по настройке приборов, выбору методики и импульсных последовательностей для получения качественных ЯМР-микротомограмм на примере различных образцов материалов и веществ.

отчет , примерные вопросы:

В отчете должны быть представлены описание исследуемого объекта, в том числе и по временам ЯМР релаксации; обоснование к выбору методики и импульсной последовательности; результаты получения ЯМР томограмм; их обсуждение и анализ.

собеседование , примерные вопросы:

Основные критерии правильной предварительной настройки ЯМР аппаратуры. Насколько важно в ЯМР томографии иметь постоянное магнитное поле однородным? Исходя из каких принципов выбирается та или иная методика и импульсная последовательность для получения томографического изображения?

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерный перечень вопросов к зачету.

1. Классификация методов формирования изображений.

2. Понятие селективных радиочастотных импульсов.

3 Характеризация методик ЯМР томографии по скорости построения изображения и чувствительности

5. Метод восстановления по проекциям. Двумерное обратное фурье-преобразование.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

6. Фурье-интроскопия. Одномерное фурье-преобразование.

7. Двумерное фурье-преобразование. Метод "подтягивания" спинов. Эхо-планарная интроскопия.

8. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии.

9. Сравнительный анализ чувствительности и быстродействия различных методик ЯМР-томографии.

10. Методики контрастирования изображений по времени спин-решеточной релаксации.

11. Методики контрастирования изображений по времени спин-спиновой ре-лаксации.

12. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.

13. Проблема внутренних градиентов магнитного поля в ЯМР томографии.

14. Предел разрешения в микротомографии,

15. Основные характеристики аппаратуры, применяемой в области микротомографии.

Вопросы 1-5 и 10-15 ориентированы на проверку у студентов компетенций ПК-1 (способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой)) и ПК-2 (способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений

физики в своей научно-исследовательской деятельности)

Вопросы 6-9 ориентированы на проверку демонстрации общекультурных компетенций ОК-1 (способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук)

Компетенции ОК-5, ОК-7, а также Пк-2, ПК-6 и ПК-7 должны проявиться при выполнении практических занятий.

7.1. Основная литература:

1). 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

2). Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности ВПО 020101.65 "Химия" / А. И. Ермаков .? Москва : Юрайт, 2014 .? 555 с.

3). 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

7.2. Дополнительная 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). Лучевая диагностика: учебник / Под ред. Г.Е. Труфанова. 2013. - 496 с.

http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970425152.html

7.3. Интернет-ресурсы:

www.tomography.ru - http://www.tomography.ru

www.tomography.ru - http://www.tomography.ru/main.php?key=mri

Википедия - https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядерный_магнитный_резонанс

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Ядерная магнитно-резонансная микротомография" 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.

Освоение дисциплины "Ядерная магнитно-резонансная микротомография" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

персональные компьютеры для проведения расчетов, подготовки отчетов и презентаций;
лабораторные установки, представляющие установки ЯМР разного уровня;
лабораторная установка "специализированный учебный ЯМР томограф".

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ