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

Ядерная магнитно-резонансная микротомография Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Медицинская физика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Ильясов К.А. , Скирда В.Д.

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 665117

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) профессор, д.н. (доцент) Ильясов К.А. кафедра медицинской 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 " Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 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)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- Основы явления ЯМР
- Основные импульсные методики ЯМР томографии
- Области применения ЯМР-томографии и микротомографии
- Особенности микротомографии в пористых (неоднородных) средах

2. должен уметь:

в соответствие с профессиональной компетенцией ПК-1 применять полученные знания для подготовки объектов исследования и проведения экспериментов по ЯМР-томографии

3. должен владеть:

в соответствие с профессиональной компетенцией ПК-3 навыками работы на ЯМР-томографе

4. должен демонстрировать способность и готовность:

в соответствии с профессиональными компетенциями ПК2, ПК-3 и ПК-10

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 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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. Общие принципы и цели визуализации изображений "in vivo".	3	1	2	0	0	

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. Метод формирования изображения по линиям.	3	3	2	2	0	
5.	Тема 5. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.	3	5	2	2	0	Дискуссия
6.	Тема 6.	3	6	0	2	0	
7.	Тема 7. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии.	3	7	1	0	0	
8.	Тема 8. Контрастирование изображений по временам релаксации.	3	8	1	2	0	Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия.	3	9	1	2	0	
10.	Тема 10. ЯМР томография в пористых системах.	3	10	1	2	0	
11.	Тема 11. ЯМР-томография потоков.	3	11	1	0	0	
12.	Тема 12. ЯМР методы измерения скорости.	3	12	1	0	0	
13.	Тема 13. Визуализация и измерения потоков с применение нелинейных градиентом магнитного поля.	3	13	1	0	0	
14.	Тема 14. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации.	3	14	1	0	0	Дискуссия
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Экзамен
	Итого			14	12	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Общие принципы и цели визуализации изображений "in vivo".

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. Понятие селективных радиочастотных импульсов. Последовательная выборка по точкам. Метод чувствительной точки. ЯМР с фокусирующим полем и локальный ЯМР.

Тема 3. Метод формирования изображения по линиям.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод формирования изображения по линиям. Метод чувствительной линии (множества чувствительных точек) Линейное сканирование. (Эхо-линейное сканирование) Метод восстановления по проекциям. Двумерное обратное фурье-преобразование. Фурье-интроскопия. Основы фурье-преобразований.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Работа на учебном мини ЯМР-томографе.

Тема 5. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод чувствительной линии (множества чувствительных точек) Линейное сканирование. (Эхо-линейное сканирование) Метод восстановления по проекциям. Двумерное обратное фурье-преобразование. Фурье-интроскопия. Основы фурье-преобразований. Двумерное фурье-преобразование. Метод "подтягивания" спинов. Эхо-планарная интроскопия.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Работа на учебном мини ЯМР-томографе.

Тема 6.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Работа на учебном мини ЯМР-томографе.

Тема 7. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии.

лекционное занятие (1 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 спин-спиновой релаксации.

Тема 8. Контрастирование изображений по временам релаксации.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

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

практическое занятие (2 часа(ов)):

Методики контрастирования изображений по времени спин-спиновой релаксации.

Тема 9. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Эффекты самодиффузии на разрешающую способность ЯМР-интроскопии. Методы измерения коэффициентов самодиффузии. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Работа на учебном мини ЯМР-томографе.

Тема 10. ЯМР томография в пористых системах.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Проблемы получения ЯМР томограмм в неоднородных (пористых) системах. Особенности ЯМР томографии в пористых системах. Влияние самодиффузии. Влияние внутренних градиентов и способы их компенсации.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое занятие по исследованию проблемы внутренних градиентов в неоднородных объектах. Работа на ЯМР установке

Тема 11. ЯМР-томография потоков.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Влияние и методы исключения потоков на ЯМР-изображение.

Тема 12. ЯМР методы измерения скорости.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Методы измерения скорости потока, основанные на явлении ЯМР. Методики контрастирования изображений по скоростям.

Тема 13. Визуализация и измерения потоков с применение нелинейных градиентом магнитного поля.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Развитие методов ЯМР томографии с использованием нелинейных градиентов магнитного поля

Тема 14. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Проблемы получения изображений в образцах с малыми временами релаксации. Методика SWIFT.

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. Общие принципы и цели визуализации изображений "in vivo".	3	1	работа с литературой	8	тестирование
3.	Тема 3. Метод формирования изображения по линиям.	3	3	Работа с литературой	8	устный опрос
5.	Тема 5. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.	3	5	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
				Презентация	4	Презентация
				Работа с литературой	4	устный опрос
6.	Тема 6.	3	6	отчет	4	устный опрос
				Работа с описанием ЯМР-томографа	4	отчет
7.	Тема 7. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии.	3	7	отчет	4	отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Контрастирование изображений по временам релаксации.	3	8	Отчет	4	устный опос
				подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				Подготовка презентации	4	Отчет
9.	Тема 9. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия.	3	9	Работа с литературой	4	Устный опрос
10.	Тема 10. ЯМР томография в пористых системах.	3	10	подготовка реферата	4	собеседование
				Работа с литературой	4	Устный опрос
11.	Тема 11. ЯМР-томография потоков.	3	11	Работа с литературой	4	собеседование
12.	Тема 12. ЯМР методы измерения скорости.	3	12	Работа с литературой	4	собеседование
13.	Тема 13. Визуализация и измерения потоков с применение нелинейных градиентом магнитного поля.	3	13	Работа с литературой	4	собеседование
14.	Тема 14. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации.	3	14	Подготовка презентации	4	дискуссия
				Работа с литературой	4	собеседование
	Итого				82	

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. Введение. Общие принципы и цели визуализации изображений "in vivo".

тестирование , примерные вопросы:

Классификация методов визуализации.

Тема 3. Метод формирования изображения по линиям.

устный опрос , примерные вопросы:

Локальный ЯМР. Методы чувствительной плоскости, линии, точки.

Тема 5. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.

дискуссия , примерные вопросы:

Какой метод получения изображений лучше? А какой эффективнее?

Презентация , примерные вопросы:

Одномерное, двумерное и трехмерное фурье-преобразования.

устный опрос , примерные вопросы:

Одномерное, двумерное и трехмерное фурье-преобразования.

Тема 6.

отчет , примерные вопросы:

Эхо-планарная интроскопия.

устный опрос , примерные вопросы:

Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.

Тема 7. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии.

отчет , примерные вопросы:

Характеризация методик ЯМР томографии по скорости построения изображения и чувствительности

Тема 8. Контрастирование 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.

Отчет , примерные вопросы:

Методики контрастирования изображений по временам спин-решеточной и спин-спиновой релаксации.

устный опос , примерные вопросы:

Импульсные последовательности контрастирования изображения по временам спин-спиновой релаксации.

Тема 9. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия.

Устный опрос , примерные вопросы:

Понятие самодиффузии. Механизм влияния самодиффузии на ЯМР томограмму.

Тема 10. ЯМР томография в пористых системах.

собеседование , примерные вопросы:

Внутренние градиенты магнитного поля Проблемы получения ЯМР томограмм в неоднородных объектах.

Устный опрос , примерные вопросы:

Влияние самодиффузии. Влияние внутренних градиентов и способы их компенсации.

Тема 11. ЯМР-томография потоков.

собеседование , примерные вопросы:

ЯМР-томография потоков. Влияние и методы исключения потоков на ЯМР-изображение.

Тема 12. ЯМР методы измерения скорости.

собеседование , примерные вопросы:

Методы измерения скорости, основанные на явлении ЯМР. Методики контрастирования изображений по скоростям.

Тема 13. Визуализация и измерения потоков с применение нелинейных градиентом магнитного поля.

собеседование , примерные вопросы:

Особенности и возможности нелинейного градиента магнитного поля в ЯМР томографии

Тема 14. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации.

дискуссия , примерные вопросы:

Проблемы получения ЯМР томограм в объектах с малыми временами поперечной релаксации.

собеседование , примерные вопросы:

Основные известные методики ЯМР томографии для объектов с короткими временами релаксации

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

1. Классификация методов формирования изображений. Компьютерная то-мография.
2. Понятие селективных радиочастотных импульсов.
3. Последовательная выборка по точкам. Метод чувствительной точки.
4. Метод формирования изображения по линиям.
5. Метод восстановления по проекциям. Двумерное обратное фурье-преобразование.
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. ЯМР-томография потоков. Влияние и методы исключения потоков на ЯМР-изображение.
14. Методы измерения скорости потока, основанные на явлении ЯМР.

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

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 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Медицинская физика .

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

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