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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы магнитно-резонансной томографии Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Скирда В.Д.

Рецензент(ы):
Ильясов К.А.

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 6163318

Казань
2018

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

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

Целью курса "Внутренне болезни, методы диагностики. Магнитно-резонансная томография" является формирование у студентов (бакалавров) представлений о формировании отдельных (в основном хронически протекающих) заболеваний внутренних органов: этиологических причинах, с выделением известных факторов риска, патогенеза, эпидемиологической статистики, простейших (доступных) методах обследования, применительно к достижениям физики. Попытаться изложить основные этапы формирования болезни, заинтересовав слушателя применять полученные им знания физических явлений в медицине. В каждой суперсовременной диагностической аппаратуре искать физические "точки приложения".

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3" основной образовательной программы 12.03.04 и относится к вариативной части дисциплин по выбору. Изложение дисциплины базируется на знании студентами основ радиофизики, магнетизма и ЯМР.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-15 (профессиональные компетенции)	готовностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры
ПК-2 (профессиональные компетенции)	готовностью к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Физические принципы ЯМР-томографии и основные методики метода.

2. должен уметь:

применять полученные знания в области ЯМР-томографии в исследовательской и профессиональной деятельности с использованием ЯМР-томографов.

3. должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной формах; навыками измерений и проведения исследований с помощью ЯМР-томографа.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

готовность к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических
исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов

способность проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку
программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 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. Принципы получения магнитно-резонансных томограмм.	6	1-2	4	12	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Устройство и блок схема МР томографа	6	3-4	4	12	0	Курсовая работа по дисциплине
3.	Тема 3. Базовые последовательности для получения МРТ изображений	6	5-6	4	12	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Контраст МРТ изображений. Оптимизация измерений.	6	7-8	4	12	0	Устный опрос

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	
5.	Тема 5. Биологический эффект МР томографии. Безопасность проведения исследований.	6	9-10	2	6	0	Устный опрос Научный доклад
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Принципы получения магнитно-резонансных томограмм.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Краткий обзор теории ЯМР. Градиент магнитного поля и локализации сигнала. Проекция сигнала на направление градиента. Двухмерное изображение - восстановление по проекциям и метод 2-м фурье-преобразования. к-пространство. Пространственное разрешения, связь амплитуды считывающего и фазокодирующего градиента с пространственным разрешением и размером поля зрения. Частота-Селективные импульсы.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Расчет амплитуд градиентом для получения изображения с заданным размером (поле зрения) и пространственным разрешением. расчет полосы пропускания для заданных градиентом. Демонстрации в Матлаб спектра различных часто-селективных импульсов.

Тема 2. Устройство и блок схема МР томографа

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Общая блок-схема компонентов МР томографа, их взаимодействие. Рассмотрение конструктивных особенностей каждого из блоков в случае клинического томографа и томографа для исследованиях на животных.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Демонстрация клинического МР томографа в РКБ►2. Рассмотрение его отдельных блоков и обсуждение их взаимосвязи.

Тема 3. Базовые последовательности для получения МРТ изображений

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Детальное рассмотрение импульсный последовательностей градиентное эхо, спин-эхо и турбо-спин эхо.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Получение МРТ изображений на МР томографе с помощью последовательностей градиентное эхо, спин-эхо и турло-спин эхо.Обсуждение различий в получаемых изображениях.

Тема 4. Контраст МРТ изображений. Оптимизация измерений.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Влияние эффектов спин-спиновый и спин-решеточной релаксации на получаемые МР изображения. Взвешивание сигнала по временам T1, T2, T2*. Выбор последовательности и ее параметров для получения того или иного контраста. Разные стратегии заполнения к-пространства и контраст изображений.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Демонстрация эффектов изменения параметров сканирования на контраст получаемых на МР томографе изображений. оптимизация взвешивания по T1, T2, T2*.

Тема 5. Биологический эффект МР томографии. Безопасность проведения исследований.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обсуждение возможных биологических эффектов МР томографии - влияние статических магнитных полей, переключаемых градиентом магнитного поля, радиочастотных полей, криотехники и других потенциально опасных факторов. Способы обеспечения безопасности пациента.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Демонстрации возникающих в магнитном поле томографа токов Фуко, видео демонстрации квенча криомагнита, эффекта летающих объектов. Оценка эффекта переключения градиентов, РЧ импульсов и сил притяжения предметов из магнитных материалов в поле магнита.

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. Принципы получения магнитно-резонансных томограмм.	6	1-2	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
2.	Тема 2. Устройство и блок схема МР томографа	6	3-4	подготовка к курсовой работе по дисциплине	8	курсовая работа по дисциплине
3.	Тема 3. Базовые последовательности для получения МРТ изображений	6	5-6	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
4.	Тема 4. Контраст МРТ изображений. Оптимизация измерений.	6	7-8	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Биологический эффект МР томографии. Безопасность проведения исследований.	6	9-10	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс основан на обычном методическом посыле высшей школы (лекции, семинары, собеседования, консультации). Однако, поскольку он посвящен учебной дисциплине, включающей необходимость знаний на стыке нескольких предметов (химия, физика, радиофизика, физика магнетизма, основы ЯМР), при методической проработке курса много внимания должно уделяться балансу между этими составляющими курса

Освоение курса предполагает использование как традиционных (лекции, семинары, консультации), так и новых образовательных технологий.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

Тема 1. Принципы получения магнитно-резонансных томограмм.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Что нужно для получения ЯМР сигнала? 2. Как получить ССИ, Спин-эхо и стимулированное эхо?

Тема 2. Устройство и блок схема МР томографа

курсовая работа по дисциплине , примерные вопросы:

Подготовить в объеме от 20 стр. курсовой проект по общей блок-схеме типичной установки МРТ, или по одному из узлов (блоков), входящих в его состав.

Тема 3. Базовые последовательности для получения МРТ изображений

устный опрос , примерные вопросы:

1. Объяснить назначение импульсов и выбор их параметров в импульсных последовательностях градиентное эхо, спин-эхо и турбо спин-эхо.

Тема 4. Контраст МРТ изображений. Оптимизация измерений.

устный опрос , примерные вопросы:

1. В чем отличие контраста изображений по Т1 и Т2? 2. Какие импульсные последовательности нужны для этого? 3. Какие параметры этих последовательностей влияют на контраст?

Тема 5. Биологический эффект МР томографии. Безопасность проведения исследований.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие факторы необходимо учитывать для безопасного МРТ обследовании пациента и других живых объектов?

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Экзаменационные билеты

Билет 1

1. Спин. Свойства спина. Ядра, имеющие ненулевой спин. Энергетические уровни. Переходы. Диаграммы энергетических уровней.

2. Спиновая релаксация. Уравнения Блоха. Т1-процессы. Прецессия. Т2-процессы. 90-FID последовательность. Последовательность инверсия-восстановление. Спин-эхо последовательность

Билет 2

1. Градиент магнитного поля. Частотное кодирование. Метод обратного проецирования. Выбор среза. Неселективные импульсы. Частотно-селективные импульсы. Основы преобразования Фурье в томографии.

2. Градиент фазового кодирования. Томография с применением преобразования Фурье. Разрешение изображения.

Билет 3

1. Основные принципы построения изображения. Многослойная томография. Спин-эхо томография. Томография инверсия-восстановление. Томография градиентное эхо. Контрастность изображения

2. Аппаратура МРТ. Обзор аппаратуры. МРТ сканеры для клинических обследований пациентов. Магнит. Градиентные катушки. РЧ катушки. Фазочувствительный детектор.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Билет 4

1. Артефакты изображения. Артефакты негомогенности поля Во; Артефакты градиентов.

2. Метод инверсия- восстановление и его использование для манипуляции с контрастом.

Билет 5

1. Контраст изображения : Контраст изображений по Т1 , Т2 и протон- взвешенные изображения. Получение желаемого контраста

2. Артефакты изображения: Артефакты заворота; "Звон" Гиббса.

Билет 6

1. Химические контрастирующие агенты.

2. Объемное построение (трехмерное построение). Отображение тока (МР ангиография)

Билет 7

1. Диффузионная томография. Томография турбо спин-эхо.

2. "Стандартные" методы получения изображения. Последовательность спин-эхо.

Билет 8

1. Быстрые методы сканирования: Временная эффективность МР последовательностей.

2. Быстрые методы сканирования: Последовательность RARE /TSE - условия получения изображений свободных от артефактов. Стратегии заполнения k-пространства и манипуляция с контрастом в последовательности RARE /TSE

Билет 9

1. Метод фазовых диаграмм и его применение для анализа многоимпульсных последовательностей. Последовательность RARE с точки зрения фазовой диаграммы.

2. Эхо-планарная последовательность. Особенности реализации. Требования к аппаратуре. Методы коррекции артефактов и искажений. Основные области применения последовательности EPI.

Билет 11

1. Связь в МРТ между отношением сигнал-шум, пространственным и временным разрешением.

2. МРТ живых объектов. Особенности и наиболее распространенные приложения. Эффекты движения спинов и кровотока на МРТ изображения. Методы подавления и компенсации артефактов.

Билет 12

1. Методы измерения карт диффузии в МРТ. Сверхвысокая чувствительность диффузионно-взвешенных последовательностей к любого рода движению, кровотоку и т.п. и методы получения изображений свободных от артефактов.

2. Функциональная МРТ томография (Ф-МРТ). Связь физиологических процессов и параметров измеряемых в Ф-МРТ.

Билет 13

1. Основные импульсные последовательности, применяемые для измерения и компенсации эффектов потока в ЯМР томографии.

2. Причины возникновения внутренних градиентов магнитного поля в пористых средах и их влияние на томографическое изображение.

Билет 14

1. Стационарный МР метод. Вращающаяся система отсчета

2. Артефакты РЧ негомогенности; Артефакты движения; Артефакты потока. Фантомы

Билет 15

1. Подавление сигналов жира и воды на МР изображениях методом инверсия-восстановление.

2. "Стандартные" методы получения изображения. Последовательность градиентного эхо.

Билет 16

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

1. Полоса частот в считывающем и в фазочастотном направлении. Артефакты за счет асимметрии +/- градиентов. Искажения эхо-планарных изображений.

2. Физиологические сигналы и использование их для синхронизации при получении изображения.

Билет 17

1. Особенности дизайна парадигмы стимуляции, проведения измерений и методы статистического анализа данных функциональной-МРТ.

2. Варианты использования последовательности Карр-Паррселл-Мейбиум-Гилла с целью повышения эффективности измерения МРТ изображений.

Билет 18

1. Артефакты изображения. Артефакты негомогенности поля Во; Артефакты градиентов.

2. Влияние внутренних градиентов магнитного поля на МРТ изображение.

Билет 19

1. Артефакты изображения: Артефакты химического сдвига; Артефакты частичного объема.

2. Принципы и методики регистрации потока.

Билет 20

1. Эхо-планарная томография.

2. Механизм действия контрастирующих агентов и их применение в медицинской диагностике.

7.1. Основная литература:

1. Основы ядерного магнитного резонанса: Учебное пособие / М.П. Евстигнеев, А.О. Лантушенко, В.В. Костюков. и др. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 247 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-9558-0414-9

http://znanium.com/bookread2.php?book=496299

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/bookread2.php?book=469025

7.2. Дополнительная литература:

1. Маленькие секреты большой томографии: монография / А.В. Фёдоров, А.И. Лаврентьева, О.И. Кононенко, Н.А. Березина ; под ред. Н.А. Березиной. - М.:ИНФРА- М,2017. - 194 С. - (Научная мысль). - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=900873

2. Аганов, А. В. Жизнь в науке и наука жизни [Текст: электронный ресурс]: магнитный резонанс и его люди / А. В. Аганов . - Электронные данные (1 файл: 10,28 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) .- Загл. с экрана .- Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2013 .- Оригинал копии: Жизнь в науке и наука жизни : магнитный резонанс и его люди / А. В. Аганов .- Казань: Казанский университет, 2013 .- 352 с. -https://libweb.kpfu.ru/publication/book/06_802542.pdf

7.3. Интернет-ресурсы:

J.P.Hornak. Basics of MRI в переводе И.Н.Гиппа Электронный ресурс - www.cis.rit.edu/htbooks/mri/

Multiple-energy Techniques in Industrial Computerized Tomography - http://www.osti.gov/cgi-bin/rd_accomplishments/display_biblio.cgi?id=ACC0259&numPages=12&fp=N

Wikipedia. Magnetic resonance imaging - https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_resonance_imaging

Wikipedia. Tomography - https://en.wikipedia.org/wiki/Tomography

История магнитно-резонансной томографии (МРТ). - http://neuro-online.ru/biblioteka/stati/istorija-magnitno-rezonansnoi-tomografii-mrt.html

Магнитно-резонансная томография (МРТ). Показания, противопоказания МРТ - http://www.medicalj.ru/diacrisis/instrumental-diagnosis/478-mri

Что такое ЯМР-томография? - http://elementy.ru/lib/431024

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы магнитно-резонансной томографии" 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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.

Компьютер с проектором для демонстрации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки не предусмотрено .

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

Рецензент(ы):
Ильясов К.А. _____
"__" _____ 201 __ г.