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

Ядерная магнитно-резонансная микротомография

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Медицинская физика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Ильясов К.А. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), Kamil.Ilyasov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-3	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

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

Должен уметь:

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

Должен владеть:

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

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)

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Медицинская физика)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Общие принципы и цели визуализации изображений "in vivo".	3	2	0	0	8
2.	Тема 2. Метод формирования изображения по линиям. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии.	3	2	2	0	8
3.	Тема 3. Базовые последовательности для получения МРТ изображений.	3	2	2	0	12
4.	Тема 4. Контрастирование изображений по временам релаксации. Оптимизация параметров измерений.	3	2	2	0	8
5.	Тема 5. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии.	3	1	0	0	6
6.	Тема 6. ЯМР-томография потоков. Методы измерения скорости потоков.	3	1	2	0	8
7.	Тема 7. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия. ЯМР методы измерения скорости.	3	1	2	0	12
8.	Тема 8. ЯМР-интроскопия живых и неживых объектов.	3	2	2	0	16
9.	Тема 9. Аппаратура для ЯМР микротомографии	3	1	0	0	4
	Итого		14	12	0	82

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

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

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 2. Метод формирования изображения по линиям. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии.

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.

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.

Тема 3. Базовые последовательности для получения МРТ изображений.

Последовательность градиентного эхо. Последовательность спин-эхо.

Выбор положения среза, поля зрения и пространнсвенного разрешения.Модификация последовательностей для получения 3-мерных изображений. Понятие о к-пространстве и различные стратегии его заполнения.

Тема 4. Контрастирование изображений по временам релаксации. Оптимизация параметров измерений.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Методики контрастирования изображений по времени спин-решеточной релаксации.

Методики контрастирования изображений по времени спин-спиновой релаксации.

Тема 5. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии.

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

Тема 6. ЯМР-томография потоков. Методы измерения скорости потоков.

Влияние на амплитуду и фазу сигнала движения объекта. Биполярные градиенты и фаза сигнала при движении. Градиенты компенсировные для потока с постоянной скоростью и с постоянным ускорением. Методы визуализации потоков и методы количественного измерения скорости потока.

Тема 7. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия. ЯМР методы измерения скорости.

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

Тема 8. ЯМР-интроскопия живых и неживых объектов.

Проблемы получения ЯМР томограмм в неоднородных (пористых) системах.

Особенности ЯМР томографии в пористых системах. Влияние самодиффузии. Влияние внутренних градиентов и способы их компенсации.

Особенности МТР живых объектов

Тема 9. Аппаратура для ЯМР микротомографии

Блок схема прибора для ЯМР микротомографии. Основные узлы, их назначение и особенности в применении к микротомографии.

Специальное оборудование. Криодатчики. Различные модификации ЯМР микротомографов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Введение в магнитно-резонансную томографию / А.В. Аганов, А.Р. Юльметов. - Казань, Казанский федеральный университет, институт физики, 2014 г. - 64 с. - http://kpfu.ru/portal/docs/F_993344670/aganov_A4.pdf

Принципы получения изображений в магнитно-резонансной томографии / К.А. Ильясов. - Казань: Казанский федеральный университет, институт физики. - 2014. - 31 с. - http://kpfu.ru/portal/docs/F_1277485057/Principy.polucheniya.izobrazhenij.v.MRT.Ilyasov.pdf

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Introduction to MRI - http://www.mritutor.org/mritutor/index.html

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

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Необходимо рассматривать каждое занятие как урок с предварительной подготовкой каждого обучающегося.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Медицинская физика".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6 Ядерная магнитно-резонансная микротомография

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Медицинская физика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6 Ядерная магнитно-резонансная микротомография

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Медицинская физика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.