

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по образовательной деятельности
Таюрский Д.А.
« 16 » сентября 2015 г.



Программа дисциплины

Б1.В.ДВ.3.2 Основы магнитно-резонансной томографии

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: —

Квалификация выпускника: бакалавр

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению основ магнитно-резонансных томографических методов, применяемых на практике в настоящее время. Целями освоения дисциплины «Основы магнитно-резонансной томографии» являются получение обучающимся знаний фундаментальных принципов магнитно-резонансной томографии, основных методик их применения в медицинской диагностике и в фундаментальных исследованиях, а также практическое овладение обучающимся навыков постановки физического эксперимента и исследований медицинского назначения с использованием методов магнитной резонансной томографии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к вариативной части, является предметом по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен знать:

- Физические принципы ЯМР-томографии и основные методики метода;

уметь:

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

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;

демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике;

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 |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

| | Раздел дисциплины | Семестр | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 1. | Принципы получения магнитно-резонансных томограмм. | 6 | 4 | 12 | 0 | 8 |
| 2. | Устройство и блок схема МР томографа | 6 | 4 | 12 | 0 | 8 |
| 3. | Базовые последовательности для получения МРТ изображений | 6 | 4 | 12 | 0 | 8 |
| 4. | Контраст МРТ изображений. Оптимизация измерений. | 6 | 4 | 12 | 0 | 8 |
| 5. | Биологический эффект МР томографии. Безопасность проведения исследований. | 6 | 2 | 6 | 0 | 4 |
| | Итоговая форма контроля | 6 | 0 | 0 | 0 | 36 |
| | Итого | | 18 | 54 | 0 | 72 |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Принципы получения магнитно-резонансных томограмм.

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.

Тема 2. Устройство и блок схема МР томографа

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

Тема 3. Базовые последовательности для получения МРТ изображений

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

Тема 4. Контраст МРТ изображений. Оптимизация измерений.

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.

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

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.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций, в том числе, с использованием мультимедийных средств.
- Подготовка отчета.
- Подготовка к коллоквиуму.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Вопросы и темы к практическим занятиям

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.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Типовая блок-схема магнитно-резонансного томографа, взаимодействие отдельных блоков.
2. Рассмотреть конструктивные особенности блоков клинического магнитно-резонансного томографа.
3. Рассмотреть конструктивные особенности блоков и магнитно-резонансного томографа для исследования животных.

отчет, задание для отчета:

1. Клинический магнитно-резонансный томограф в РКБ №2: назначение, основные блоки и их взаимосвязь.

Тема 3. Базовые последовательности для получения МРТ изображений.

устный опрос, примерные вопросы:

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

отчет, задание для отчета:

1. Получение МРТ изображений на магнитно-резонансном томографе с помощью последовательностей градиентное эхо, спин-эхо и турбо-спин эхо. Обсуждение различий в получаемых изображениях.

Тема 4. Контраст МРТ изображений. Оптимизация измерений.

устный опрос, примерные вопросы:

1. В чем отличие изображений по T1 и T2?
2. Какие импульсные последовательности нужны для этого?
3. Какие параметры этих последовательностей влияют на контраст?

отчет, задание для отчета:

1. Демонстрация эффектов изменения параметров сканирования на контраст получаемых на магнитно-резонансном томографе изображений. Оптимизация взвешивания по T1, T2, T2*.

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

устный опрос, примерные вопросы:

1. Возможные биологические эффекты магнитно-резонансной томографии: влияние статических магнитных полей, переключаемых градиентом магнитного поля, радиочастотных полей, криотехники и других потенциально опасных факторов.
2. Способы обеспечения безопасности пациента.

коллоквиум, примерные вопросы:

1. Градиент магнитного поля и локализации сигнала. Проекция сигнала на направление градиента.
2. k-пространство.
3. Пространственное разрешение, связь амплитуды считывающего и фазокодирующего градиента с пространственным разрешением и размером поля зрения.
4. Детальное рассмотрение импульсных последовательностей градиентное эхо, спин-эхо и турбо-спин эхо.
5. Типовая блок-схема магнитно-резонансного томографа, взаимодействие отдельных блоков.
6. Влияние эффектов спин-спиновый и спин-решеточной релаксации на получаемые изображения магнитно-резонансной томографии.
7. Выбор последовательности и ее параметров для получения того или иного контраста.
8. Возможные биологические эффекты магнитно-резонансной томографии: влияние статических магнитных полей, радиочастотного излучения, криотехники и других потенциально опасных факторов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

Суммарно по дисциплине можно получить максимум 100 баллов, из них текущий контроль в течение семестра оценивается в 50 баллов, экзамен - в 50 баллов.

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

30 баллов – выполнение практических заданий по темам 2, 3, и 4, написание отчетов.

20 баллов – коллоквиум по итогам курса.

Итого:

30+20=50 баллов.

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Тема 1

Устный опрос, примерные вопросы:

1. Градиент магнитного поля и локализация сигнала.
2. Двухмерное изображение - восстановление по проекциям и метод двумерного фурье-преобразования.
3. K-пространство.
4. Пространственное разрешение, связь амплитуды считывающего и фазокодирующего градиента с пространственным разрешением и размером поля зрения.

Отчеты по итогам выполнения практических заданий

Тема 2.

Клинический магнитно-резонансный томограф в РКБ №2: назначение, основные блоки и их взаимосвязь.

Тема 3.

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

Тема 4.

Демонстрация эффектов изменения параметров сканирования на контраст получаемых на магнитно-резонансном томографе изображений. Оптимизация взвешивания по T1, T2, T2*.

Коллоквиум, примерные вопросы.

Тема 5.

1. Градиент магнитного поля и локализации сигнала. Проекция сигнала на направление градиента.
2. k-пространство.
3. Пространственное разрешение, связь амплитуды считывающего и фазокодирующего градиента с пространственным разрешением и размером поля зрения.
4. Детальное рассмотрение импульсных последовательностей градиентное эхо, спин-эхо и турбо-спин эхо.
5. Типовая блок-схема магнитно-резонансного томографа, взаимодействие отдельных блоков.
6. Влияние эффектов спин-спиновой и спин-решеточной релаксации на получаемые изображения магнитно-резонансной томографии.
7. Выбор последовательности и ее параметров для получения того или иного контраста.
8. Возможные биологические эффекты магнитно-резонансной томографии: влияние статических магнитных полей, радиочастотного излучения, криотехники и других потенциально опасных факторов.

7.3. Вопросы к экзамену

1. Принципы пространственной локализации в МР томографии.
2. Методы манипуляции контрастом МРТ изображений
3. Последовательность градиентного эхо.
4. Блок схема клинического МР томографа и назначение его отдельных узлов.
5. Последовательность спин-эхо.
6. Факторы, которые необходимо учитывать для проведения безопасного МРТ обследования.
7. Последовательность турбо спин-эхо и факторы обязательные для реализации такой последовательности.
8. Способы манипуляции контрастом МРТ изображений.
9. k-пространство и способы его заполнения.
10. Расчет длительности и амплитуд считывающего градиента для получения желаемого пространственного разрешения и поля зрения.
11. Принцип выбора заданного слоя в МРТ последовательности. Параметры МРТ последовательности, определяющие толщину и положение заданного среза.
12. Расчет длительности и амплитуд считывающего градиента для получения желаемого пространственного разрешения и поля зрения.

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

| Индекс компетенции | Расшифровка компетенции | Показатель формирования компетенции для данной дисциплины | Оценочное средство |
|---|---|--|---|
| ПК-15 (профессиональные компетенции) | готовностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры | – знание устройства и принципов работы основных блоков ЯМР-томографа; | Вопрос к экзамену 4; Отчет по практическому заданию по Теме 2; Вопрос на коллоквиуме 5. |
| 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 | – владение навыками проведения физических исследований по заданной тематике; – владение навыками работы с оборудованием ЯМР-томографии и современной научной аппаратурой; – знание физических основ ЯМР-томографии | Отчеты по практическим заданиям 3 и 4, Вопросы к Коллоквиуму 1-4 и 6-8; Вопросы к экзамену 1-12. |
| ПК-8 (профессиональные компетенции) | способностью проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники | – знание основных принципов техники безопасности при проведении ЯМР-томографического исследования; – знание устройства и принципов работы основных блоков ЯМР-томографа; – знание основных последовательностей ЯМР-томографии и принципов настройки и подготовки ЯМР-томографа к выполнению эксперимента | Отчеты по практическим заданиям по темам 2 и 3; Вопросы к Коллоквиуму 3-7; Вопросы к экзамену 2-8, 10-12. |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Работа на практических занятиях предполагает активное участие. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые

преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.

Следует выделять следующие компоненты:

- варианты решения;
- аргументы в пользу тех или иных вариантов решения.

На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.

При написании отчетов по практическим заданиям в материале следует выделить небольшое количество (не более 5) заинтересовавших Вас проблем и сгруппировать материал вокруг них. Следует добиваться чёткого разграничения отдельных проблем и выделения их частных моментов.

При подготовке к устным опросам Вам может понадобиться материал, изучавшийся в курсе Общей физики, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).

При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые разбирались на занятиях в течение семестра. В каждом билете на экзамене содержится два вопроса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Основная литература

1. Шайдуров, Г. Я. Основы теории и проектирования радиотехнических систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Г. Я. Шайдуров. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 283 с. - ISBN 978-5-7638-2047-8
<http://znanium.com/bookread2.php?book=441951>

2. Основы автоматизированного проектирования: Учебник/Под ред. А.П.Карпенко - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 329 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-010213-9
<http://znanium.com/bookread2.php?book=477218>

3. Авлукова Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Ф. Авлукова. - Минск: Выш. шк., 2013. - 217 с.: ил. - ISBN 978-985-06-2316-4
<http://znanium.com/bookread2.php?book=509235>

9.2. Дополнительная литература

1. Закревский А.Д. Логические основы проектирования дискретных устройств [Электронный ресурс] : / А.Д. Закревский, Ю.В. Поттосин, Л.Д. Черемисова. - Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2007. - 589 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2369

2. Акулович, Л.М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.М. Акулович, В.К. Шелег. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2012. — 488 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2914

9.3. Интернет-ресурсы

1. J.P.Hornak. Basics of MRI в переводе И.Н.Гиппа Электронный ресурс

www.cis.rit.edu/htbooks/mri/

2. Multiple-energy Techniques in Industrial Computerized Tomography.

http://www.osti.gov/cgi-bin/rd_accomplishments/display_biblio.cgi?id=ACC0259&numPages=12&fp=N

3. Wikipedia. Magnetic resonance imaging.

https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_resonance_imaging

4. Wikipedia. Tomography

<https://en.wikipedia.org/wiki/Tomography>

5. 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>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ 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 оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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 ВО) нового поколения.

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, 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 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии.

Автор(ы): Скирда В.Д.

Рецензент(ы): Ильясов К.А.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики
« 16 » _____ сентября _____ 20 15 г.