

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по образовательной деятельности
Тажурский Д.А.
« 16 » сентября 20 15 г.



Программа дисциплины

Б1.В.ОД.5 Современные томографические методы

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: —

Квалификация выпускника: бакалавр

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению основ томографических методов, применяемых на практике в настоящее время, направлен на практическое овладение навыками постановки физического эксперимента с использованием томографических методов и основными экспериментальными методиками в области практической томографии. Целями освоения дисциплины "Современные томографические методы" являются получение знаний о новых методиках магнитно-резонансной томографии, и их применения в медицинской диагностике и в фундаментальных исследованиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к вариативной части, является обязательной. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен знать:

- Основные импульсные методики ЯМР томографии
- Области применения ЯМР-томографии
- Возможности ЯМР-томографии в приложении к медико-биологическим задачам
- Физические принципы, лежащие в основе ключевых методик МРТ измерений.

уметь:

- Интерпретировать экспериментальные результаты МРТ исследований с точки зрения физических принципов лежащих в основе метода.

владеть:

- Методологией методов магнитного резонанса в применении к задачам визуализации различных анатомических структур живых организмов и изучением их функции.;

демонстрировать способность и готовность:

- Применять полученные знания на практике.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации
ПК-2 (профессиональные компетенции)	готовность к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов

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: зачет в 8 семестре.

	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Введение в методы томографии. Основы ЯМР-томографии	8	4	0	0	4
2	Метод формирования изображения по линиям	8	4	6	0	5
3	Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия	8	4	6	0	6
4	Методы ускоренного получения изображений	8	4	6	0	6
5	Параллельные методы получения изображений	8	4	6	0	12
6	Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии	8	4	6	0	6
7	Контрастирование изображений по временам релаксации	8	4	6	0	6
8	Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия	8	4	6	0	6
9	ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации	8	4	3	0	12
	Итого		36	45	0	63

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в методы томографии. Основы ЯМР-томографии.

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.

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.

Тема 3. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.

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 4. Методы ускоренного получения изображений.

Дилемма пространственное, временное разрешение и сигнал-шум. детальное рассмотрение быстрых импульсных последовательностей типа GRE, TRUFI, RARE. Метод фазовых графов.

Тема 5. Параллельные методы получения изображений.

Принцип параллельного получения изображений. Основные методики и алгоритмы реконструкции изображений. Использование многоканальных катушек для регистрации сигнала и в качестве передающих катушек. Технические аспекты реализации многоканальных систем.

Тема 6. 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 7. Контрастирование изображений по временам релаксации.

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

Тема 8. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия.

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

Тема 9. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций, в том числе, с использованием мультимедийных средств.
- Экспериментальный этап, включающий выполнение практическую работу на учебном мини-томографе ЯМР.

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

Вопросы к практическим занятиям, контрольным работам

Тема 1. Введение в методы томографии. Основы ЯМР-томографии

устный опрос, примерные вопросы:

1. Классификация методов визуализации. Достоинства и недостатки различных методов.
2. Классическое представление. ЯМР в неоднородном магнитном поле.
3. Локальное возбуждение спиновой системы. Понятие селективных радиочастотных импульсов.
4. Последовательная выборка по точкам. Метод чувствительной точки.
5. ЯМР с фокусирующим полем и локальный ЯМР.

Тема 2. Метод формирования изображения по линиям.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Методы формирования изображения по линиям.
2. Линейное сканирование.
3. Локальный ЯМР.
4. Методы чувствительной плоскости, линии, точки.

5. Прямое и обратное преобразование Фурье.
6. Двумерное прямое и обратное преобразование Фурье.
7. Фурье-интроскопия.

Тема 3. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии. Эхо-планарная интроскопия.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Метод восстановления по проекциям.
2. Метод "подтягивания" спинов.
3. Эхо-планарная интроскопия.

Тема 4. Методы ускоренного получения изображений.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Получение изображений при неполном заполнении k -пространства.
2. Одномерное и двумерное Фурье-преобразование.
3. Трехмерное Фурье-преобразование.

Тема 5. Параллельные методы получения изображений.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Способы реконструкции изображений для параллельного получения изображений.

Контрольная работа, примерные вопросы:

1. Классификация методов визуализации. Достоинства и недостатки различных методов.
2. Локальное возбуждение спиновой системы. Понятие селективных радиочастотных импульсов.
3. Методы формирования изображения по линиям.
4. Линейное сканирование.
5. Фурье-интроскопия.
6. Метод восстановления по проекциям.
7. Метод "подтягивания" спинов.
8. Эхо-планарная интроскопия.
9. Получение изображений при неполном заполнении k -пространства

Тема 6. Чувствительность и быстродействие различных методов ЯМР-томографии.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Характеризация методик ЯМР томографии по скорости построения изображения.
2. Характеризация методик ЯМР томографии по чувствительности.

Тема 7. Контрастирование изображений по временам релаксации.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Основные принципы и методики контрастирования изображений по временам спин-решеточной и спин-спиновой релаксации.
2. Импульсные последовательности контрастирования изображения по временам спин-спиновой релаксации.

Тема 8. Эффекты самодиффузии и ЯМР-интроскопия.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Понятие самодиффузии.

2. Механизм влияния самодиффузии на ЯМР томограмму.
3. Эффекты самодиффузии на разрешающую способность ЯМР-интроскопии.
4. Методы измерения коэффициентов самодиффузии.
5. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.

Тема 9. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Проблемы получения ЯМР-томограмм в объектах с малыми временами поперечной релаксации.
2. Основные известные методики ЯМР томографии для объектов с короткими временами релаксации.
3. Методика SWIFT.

Контрольная работа, примерные вопросы:

1. Основные принципы и методики контрастирования изображений по временам спин-спиновой релаксации.
2. Основные принципы и методики контрастирования изображений по временам спин-решеточной релаксации.
3. Эффекты самодиффузии на разрешающую способность ЯМР-интроскопии.
4. Методы измерения коэффициентов самодиффузии.
5. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.
6. Методика SWIFT.

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, зачёт - в 50 баллов.

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

25 баллов – контрольная работа по темам 1-5.

25 баллов – контрольная работа по темам 6-9.

Итого:

25+25=50 баллов.

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Вопросы к контрольной работе по темам 1-5.

1. Классификация методов визуализации. Достоинства и недостатки различных методов.
2. Локальное возбуждение спиновой системы. Понятие селективных радиочастотных импульсов.
3. Методы формирования изображения по линиям.
4. Линейное сканирование.
5. Фурье-интроскопия.
6. Метод восстановления по проекциям.
7. Метод "подтягивания" спинов.
8. Эхо-планарная интроскопия.
9. Получение изображений при неполном заполнении k-пространства

Вопросы к контрольной работе по темам 6-9.

1. Основные принципы и методики контрастирования изображений по временам спин-спиновой релаксации.
2. Основные принципы и методики контрастирования изображений по временам спин-решеточной релаксации.
3. Эффекты самодиффузии на разрешающую способность ЯМР-интроскопии.
4. Методы измерения коэффициентов самодиффузии.
5. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.
6. Методика SWIFT.

7.3. Вопросы к зачету

1. Классификация методов формирования изображений. Компьютерная томография.
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 релаксации.
12. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.
13. Принцип параллельного получения изображений
14. Аппаратурные особенности при параллельном получении изображений
15. Использование симметрии к-пространства для ускорения получения изображений
16. Основные импульсные последовательности для ЯМР-томографии
17. Способы ускорения измерений при получении серии изображений
18. ЯМР томография объектов с короткими временами релаксации.

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

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
ОПК-4	готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	– владение навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий и методов обработки изображений;	Контрольная работа по темам 1-5 вопросы 1, 3, 6, 9; Контрольная работа по темам 6-9, вопросы 1, 2, 5; Вопросы к зачету 1, 4, 10-15.

ПК-2	готовность к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов	<ul style="list-style-type: none"> – работа с современной научной аппаратурой; – навыки в проведении физических исследований по заданной тематике; – системный научный анализ проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности; 	Вопросы к зачету 1-18, контрольные работы по темам 1-5 вопросы 1-9, и по темам 6-9 вопросы 1-6.
------	--	---	---

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 рефератов 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 зачету необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на занятиях в течение семестра.

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

9.1. 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. 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>

3. 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 ISBN 978-5-9558-0414-9 <http://znanium.com/bookread2.php?book=496299>

9.2. Дополнительная литература

1. Лучевая диагностика : учебное пособие. Илясова Е. Б., Чехонацкая М. Л., Приезжева В. Н. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 280 с.
<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970427200.html>
2. Лучевая диагностика и терапия. Общая лучевая диагностика : учебник : в 2 т. / С. К. Терновой [и др.]. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - Т. 1. - 232 с.
<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970429891.html>

9.3. Интернет-ресурсы

1. NMR information server - <http://spincore.com/nmrinfo/>
2. Quality imaging and exceptional patient care - <http://www.tulsamri.com/>
3. The whole brain atlas - <http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html>
4. Основы МРТ, Джозеф П. Хорнак - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm>
5. Основы ЯМР, Джозеф П. Хорнак. - <http://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/inside.htm>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины "Современные томографические методы" 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 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии.

Автор(ы): Скирда В.Д.

Рецензент(ы): Аганов А.В.
Ильясов К.А.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики
« 16 » _____ сентября _____ 20__15 г.