

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
биологической и медицинской
физики**

Д.В. Кузьмин

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Физика визуализации изображений в медицине
по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология и биомедицинская информатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра физики живых систем
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.С. Седов, канд. биол. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры физики живых систем 04.05.2020

Аннотация

Целью данной дисциплины является получение представления о физических принципах получения изображений внутренних органов человека, а также о математических методах анализа и реконструкции изображений. Студент после освоения курса будет понимать физические принципы формирования изображений при использовании «невидимого» излучения, математические основы восстановления изображений, свойства биотканей при различных физических воздействиях.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

получение представления о физических принципах получения изображений внутренних органов человека, а также о математических методах анализа и реконструкции изображений.

Задачи дисциплины

- Изучение свойств биотканей человека при различных физических воздействиях.
- Обучение физическим основам формирования изображений внутренних органов человека при использовании «невидимого» излучения.
- Получение навыков применения математических методов и программ для реконструкции изображений.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен управлять исследовательским проектом на всех этапах его реализации	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.3 Способен организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами
	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и	ПК-1.2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для постановки и решения научно-исследовательских задач в области биоинженерии и биоинформатики

исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.5 Способен создавать программные средства и базы данных, используемые в биоинженерии и биоинформатике

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- физические принципы формирования изображений при использовании «невидимого» излучения,
- математические основы восстановления изображений,
- свойства биотканей при различных физических воздействиях

уметь:

- применять физические принципы формирования изображений для разработки и совершенствования медицинской техники;
- применять математические принципы восстановления изображения для разработки и совершенствования программного обеспечения, применяемого в медицинской технике

владеть:

- навыками работы с современными программными средствами и методами, используемыми в медицинской технике при визуализации изображений, а также при проведении научных исследований.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в курс		2		8
2	Рентгеновский компьютерный реконструктивный томограф (КТ)		4		8
3	Математические основы процессов формирования и обработки изображений		4		8
4	Устройства радиоизотопной визуализации		4		5
5	Физические основы получения изображений с помощью изотопов		4		8
6	Принципы получения изображений с помощью ЯМР		4		8
7	Методы магнитно-резонансной томографии		4		8
8	Основы функциональной нейровизуализации		4		7
Итого часов			30		60
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	90 час., 2 зач.ед.
--------------------	--------------------

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Введение в курс

Общие принципы визуализации медицинских изображений. Основы формирования изображений в различных физических полях.

2. Рентгеновский компьютерный реконструктивный томограф (КТ)

Механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Излучатели и приемники X-Ray. Физические принципы получения изображений заданного сечения. Основные компоненты КТ сканера.

3. Математические основы процессов формирования и обработки изображений

Информация, содержащаяся в проекциях. Теорема о центральном сечении. Реконструкция методом двумерного преобразования Фурье. Метод свертки и обратного проецирования с использованием Фурье-преобразования. Практическая реализация метода. Итерационные методы реконструкции.

4. Устройства радиоизотопной визуализации

Сцинтилляционные и ксеноновые детекторы. Полупроводниковые детекторы. Радионуклиды, применяемые для визуализации. Способы получения радионуклидов. Радионуклидный генератор.

5. Физические основы получения изображений с помощью изотопов

Статическая и динамическая планарная сцинтиграфия. Гамма-камера. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Позитронно-эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ). Клинические приложения методов радиоизотопной визуализации.

6. Принципы получения изображений с помощью ЯМР

Физические основы ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Последовательности импульсов, используемые в ЯМР-визуализации. Процессы релаксации и их измерение. Принцип разделения мягких тканей в МРТ. Регистрация и реконструкция ЯМР-изображений. К-пространство.

7. Методы магнитно-резонансной томографии

Методы МРТ. Спин-эхо, мультиспин-эхо томография. Томография инверсия-восстановление. Томография градиентное эхо. МР-ангиография.

8. Основы функциональной нейровизуализации

Принципы функциональной МРТ. BOLD-сигнал. Статистические параметрические карты (SPM) изображений активных зон мозга при функциональных воздействиях.

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

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система), разнообразный демонстрационный материал.
Обеспечение самостоятельной работы: доступ в Интернет, программа MATLAB для расчета томографических изображений.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Базовая кафедра имеет в наличии данную литературу

- 1.P.Suetens Fundamentals of Medical Imaging. Cambridge university press. 2009
2. Д. Арсвольд, М. Верник Эмиссионная томография: основы ПЭТ и ОФЭКТ. Техносфера. Москва, 2009
3. В.Календер Мир биологии и медицины. Компьютерная томография. //Техносфера Москва, 2006
4. Физика визуализации изображений в медицине. Том 1,2. Под ред. С. Уэбба. Москва. Мир. 1991г

Дополнительная литература

Базовая кафедра имеет в наличии данную литературу

1. Технические средства медицинской интроскопии. Под ред. Б.И. Леонова. Москва. Медицина. 1989г.
2. Калашник Д.А. и др. Медицинские приборы. Разработка и применение. Москва, “Стормовь-Медицина”, 2004.
3. Brown et al. Medical physics and biomedical engineering. Taylor&Francis. New York 1999.

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

1. Джозеф П. Хорнак, Основы МРТ <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm>
2. Evert J. Blink Basic MRI Physics <http://www.mri-physics.net/>
3. Yao Wang Medical Imaging Systems <http://eeweb.poly.edu/~yao/EL5823/>

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

Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных, доступ к фондам библиотеки.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> — база данных статей

Для части занятий потребуются Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса.

Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;

- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Биотехнология
профиль подготовки: Биотехнология и биомедицинская информатика
Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
кафедра физики живых систем
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: А.С. Седов, канд. биол. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен управлять исследовательским проектом на всех этапах его реализации	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.3 Способен организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами
	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для постановки и решения научно-исследовательских задач в области биоинженерии и биоинформатики
	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.5 Способен создавать программные средства и базы данных, используемые в биоинженерии и биоинформатике

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физика визуализации изображений в медицине» обучающийся должен:

знать:

- физические принципы формирования изображений при использовании «невидимого» излучения,
- математические основы восстановления изображений,
- свойства биотканей при различных физических воздействиях

уметь:

- применять физические принципы формирования изображений для разработки и совершенствования медицинской техники;
- применять математические принципы восстановления изображения для разработки и совершенствования программного обеспечения, применяемого в медицинской технике

владеть:

- навыками работы с современными программными средствами и методами, используемыми в медицинской технике при визуализации изображений, а также при проведении научных исследований.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Принципы формирования изображений в томографии.
2. Механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом.
3. Устройство и принцип работы компьютерного томографа.
4. Сцинтилляционные и ксеноновые детекторы.
5. Методы реконструкции изображений. Теорема о центральном сечении.
6. Радионуклиды. Способы получения радионуклидов. Радионуклидный генератор.
7. Принцип получения изображений с помощью Гамма камеры. ОФЭКТ.
8. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).
9. Сходства и отличия методов ядерной медицины и КТ.
10. Ядерный магнитный резонанс. Процессы релаксации и их измерения.
11. Устройство и принцип работы МРТ.
12. Принципы отображения в МРТ. Метод обратного проецирования. Преобразование Фурье в МРТ.
13. Регистрация и реконструкция ЯМР-изображений. К-пространство.
14. Принцип разделения мягких тканей в МРТ.
15. Основные виды ЯМР томографии. Томография спин-эхо и турбо спин-эхо. Томография инверсия-восстановление. Томография градиентное эхо.
16. Отображение сосудов (МР ангиография).
17. Эхо-планарная томография (фМРТ).
18. Получение статистическим параметрических карт (SPM).

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на дифференцированном зачете.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Принципы формирования изображений в томографии.
2. Механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом.
3. Устройство и принцип работы компьютерного томографа.
4. Сцинтилляционные и ксеноновые детекторы.
5. Методы реконструкции изображений. Теорема о центральном сечении.
6. Радионуклиды. Способы получения радионуклидов. Радионуклидный генератор.
7. Принцип получения изображений с помощью Гамма камеры. ОФЭКТ.
8. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).
9. Сходства и отличия методов ядерной медицины и КТ.
10. Ядерный магнитный резонанс. Процессы релаксации и их измерения.
11. Устройство и принцип работы МРТ.
12. Принципы отображения в МРТ. Метод обратного проецирования. Преобразование Фурье в МРТ.
13. Регистрация и реконструкция ЯМР-изображений. К-пространство.

14. Принцип разделения мягкий тканей в МРТ.
15. Основные виды ЯМР томографии. Томография спин-эхо и турбо спин-эхо. Томография инверсия-восстановление. Томография градиентное эхо.
16. Отображение сосудов (МР ангиография).
17. Эхо-планарная томография (фМРТ).
18. Получение статистическим параметрических карт (SPM).

Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа