

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

В. В. Журавков

«14» мая 2024

Регистрационный № УД-1536-24 /уч.



МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ И ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ

**Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:**

7-06-0533-02 Прикладная физика

Профилизация Медицинская физика

2024 г.

Учебная программа составлена на основе 7-06-0533-02-2023 от 28.07.2023 и учебного плана учреждения высшего образования для специальности 7-06-0533-02 Прикладная физика профилизация Медицинская физика № 168-23/уч.маг.веч. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛИ:

М. Н. Петкевич, старший преподаватель кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

И. Г. Тарутин, главный научный сотрудник ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова», доктор технических наук, профессор;

С. Е. Головатый, заведующий кафедрой экологического мониторинга и менеджмента учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол №_9.1_ от_27.04.2024 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол №_9_ от_21.05.2024 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Магнитно-резонансная и позитронно-эмиссионная томография», являющаяся разделом модуля «Физические методы диагностики и терапии», включает информацию о современных технологиях и принципах получения, обработки, анализа и клинического применения ПЭТ и МРТ-изображений.

Учебная программа «Магнитно-резонансная и позитронно-эмиссионная томография» входит в комплекс дисциплин для подготовки специалистов с углубленным высшим образованием в области медицинской физики, компетентных в научно-исследовательском, образовательном и медико-профилактическом видах деятельности.

Цель учебной дисциплины «Магнитно-резонансная и позитронно-эмиссионная томография» – изучение устройства и принципа работы магнитно-резонансных и позитронно-эмиссионных томографов, принципов получения диагностических изображений, методов проведения исследований, а также ознакомление с компьютерной визуализацией анатомических структур на диагностических изображениях.

Задача учебной дисциплины: сформировать представление о методах получения объемной анатомической информации при помощи магнитно-резонансного и позитронно-эмиссионного томографов.

Дисциплина «Магнитно-резонансная и позитронно-эмиссионная томография» охватывает как базовые принципы магнитно-резонансной и позитронно-эмиссионной томографии, так и их клиническое применение.

Магистрант должен владеть следующими компетенциями:

СК-9. Обеспечивать управление и осуществлять контроль качества аппаратов, устройств, относящихся к диагностике, лечению, дозиметрии и радиационной безопасности, проводить техническую верификацию и обслуживание приборов, аппаратов и методик диагностики и лечения, систем планирования облучения.

В рамках курса рассмотрены устройство и принцип действия магнитно-резонансных и позитронно-эмиссионных томографов, контрастные вещества и радиофармацевтические препараты, применяемые при исследованиях, риски и побочные эффекты, возникающие при проведении диагностических процедур, наиболее часто наблюдаемые артефакты, а также клинические примеры анатомической визуализации и часто выявляемые патологические изменения при исследовании различных локализаций. Изучение дисциплины «Магнитно-резонансная и позитронно-эмиссионная томография» позволяет сформировать у студентов целостность системы представлений о её роли в области естественных наук и решении практических задач. В результате изучения дисциплины выпускники должны

знать:

- устройство и принципы работы МРТ и ПЭТ-КТ;
- принципы ядерно-магнитного резонанса;
- принципы контрастного усиления;
- классы контрастных веществ и их биологическое распределение;

- радиофармацевтические препараты;
- опасности и побочные эффекты МРТ и ПЭТ-КТ;
- принципы совмещения диагностических изображений;
- причины возникновения артефактов на диагностических изображениях;

уметь:

- работать с программным обеспечением для анализа ПЭТ и МРТ-изображений;
- оценивать качество медицинского изображения;
- осуществлять совмещение диагностических изображений;
- определять и классифицировать артефакты на медицинском изображении.

Программа курса рассчитана на 108 ч, из которых аудиторных – 24 ч (12 ч – лекционных, 12 ч – практических занятий).

Форма получения высшего образования – очная (вечерняя).

Форма промежуточной аттестации – экзамен в IV семестре.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Устройство МР-томографа, классификация томографов. Типы катушек. Основные блоки томографа.

Тема 2. Эффект магнитного резонанса, принципы ядерно-магнитного резонанса

Понятие о градиентных системах. Понятие о спине и прецессии. Эффект магнитного резонанса. Понятие о спин-спиновой и спин-решетчатой релаксации.

Тема 3. Базовые импульсные последовательности и их параметры. Построение магнитно-резонансного изображения

Понятие о времени эхо и времени релаксации. Понятие о T1, T2 и PD взвешенности и контрастности. Структура спин-эхо и турбо спин-эхо импульсных последовательностей. Структура градиент-эхо последовательности, угол отклонения. Понятие о пространственном разрешении, толщине среза, матрице, поле обзора. Понятие о соотношениях «сигнал/шум» и «контраст/шум». Понятие об усреднениях. Основы параллельного сбора данных. Система координат в МРТ. МР-диффузия: структура импульсной последовательности. Основы трактовки диффузионно-взвешенных изображений. Карты измеряемого коэффициента диффузии. Построение магнитно-резонансного изображения. Виды изображений. Показателя качества изображений. Принципы контрастного усиления, классы контрастных средств и их биологическое распределение.

Тема 4. Техника безопасности при работе с МРТ

Абсолютные и относительные противопоказания к МР-исследованию. Понятие об МР-совместимых и МР-безопасных устройствах. Понятие об уровне поглощенной энергии. Понятие о квенче, основы безопасности работы с МР-томографом.

Тема 5.Arteфакты в магнитно-резонансной томографии

Arteфакты, зависящие от окружения. Физиологические arteфакты. Arteфакты, зависящие от параметров импульсной последовательности. Методы борьбы с arteфактами. Arteфакты, вызванные неисправностью оборудования. Некорректные действия оператора.

Тема 6. Аппаратное обеспечение и контроль качества ПЭТ. Детектирующая система ПЭТ. Основные блоки ПЭТ сканера

Калибровка оборудования. Поверка различных приборов и контроль их работы. Контроль качества в лаборатории по производству РФП. ПЭТ/КТ сканеры. Аппаратное обеспечение и детектирующая система ПЭТ.

Тема 7. Радионуклиды и РФП циклотронного и генераторного производства

Виды РФП, применяемых для ПЭТ. Синтез и контроль качества РФП.

Тема 8. Этапы исследования. Реконструкция изображений

Реконструкционные алгоритмы изображения. Особенности построения ПЭТ/КТ изображения и современные алгоритмы реконструкции изображения. Этапы ПЭТ/КТ-исследования.

Тема 9. Артефакты изображений в ПЭТ. Совмещения диагностических изображений

Аппаратные артефакты. Артефакты сбора данных. Артефакты обработки данных. Структура DICOM файла. Интеграция систем обработки медицинских изображений и клинических систем. Совмещения диагностических изображений.

Тема 10. Клиническое применение метода ПЭТ/КТ в онкологии

Принципы использования метода ПЭТ/КТ в онкологии. ПЭТ/КТ при опухолях молочных желез, ЖКТ, кожи. ПЭТ/КТ при злокачественных новообразованиях мочеполовой системы. Использование метода при нейроэндокринных образований и лимфопролиферативных заболеваниях.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(очная (вечерняя) форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	1				опрос
2	Эффект магнитного резонанса, принципы ядерно-магнитного резонанса	1	2		Метод. пособие	опрос, самост. работа
3	Базовые импульсные последовательности и их параметры. Построение магнитно-резонансного изображения	2	2		Метод. пособие	опрос, самост. работа
4	Техника безопасности при работе с МРТ	1			Метод. пособие	опрос
5	Артефакты в магнитно-резонансной томографии	1				опрос
6	Аппаратное обеспечение и контроль качества ПЭТ. Детектирующая система ПЭТ. Основные блоки ПЭТ сканера	1	2		Метод. пособие	опрос, самост. работа
7	Радионуклиды и РФП циклотронного и генераторного производства	1	2			опрос, самост. работа
8	Этапы исследования. Реконструкция изображений	1				опрос
9	Артефакты изображений в ПЭТ. Совмещения диагностических изображений	1	2		Метод. пособие	опрос, самост. работа
10	Клиническое применение метода ПЭТ/КТ в онкологии	2	2		Метод. пособие	опрос, самост. работа
ВСЕГО		12	12			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Бекман, И. Н. Ядерная медицина: физические и химические основы : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман . – 2-е изд., испр. и дол. – М. : Юрайт , 2018. – 400 с.
2. Климанов, В. А. Ядерная медицина. Радионуклидная диагностика: учеб. пособие / В. А. Климанов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 307 с.
3. Линденбратен, Л. Д. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии): учебник / Л. Д. Линденбратен, И. П. Королук. – М.: Медицина, 2000. – 672 с.
4. Лучевая терапия (радиотерапия) : учебник / Г. Е. Труфанов, М. А. Асатурян, Г. М. Жаринов [и др.] ; под ред. Г. Е. Труфанова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 208 с.
5. Черняев, А. П. Ядерно-физические методы в медицине : учеб. пособие / А. П. Черняев. – М. : КДУ : Унив. кн., 2016. – 192 с.

Дополнительная

6. Терещенко, С. А. Методы вычислительной томографии / С. А. Терещенко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 320 с.
7. Бердников, А. В. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы. Ч. I. Технические методы и аппараты для экспресс-диагностики: учеб. пособие / А. В. Бердников, М. В. Семко, Ю. А. Широкова. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. – 176 с.
8. Заря, Н. А. Основы позитронно-эмиссионной томографии. Актуальные проблемы современной медицины и фармации 2015: сб. тез. докл. 69-й науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых с междунар. участием [Электронный ресурс] / Н. А. Заря; под ред. О. К. Кулаги, Е. В. Барковского. – Минск, 2015. – 1184 с.
9. Кремнёва, Е. И. Функциональная магнитно-резонансная томография в неврологии: учеб.-метод. пособие / Е. И. Кремнёва [и др.]; Федеральное государственное. бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии». –Москва: НЦН, 2016. – 90 с.
10. Позитронно эмиссионная томография: руководство для врачей / под. ред. А. М. Гранова и Л. А. Тютин. – СПб.: Фолиант, 2008. – 368 с.
11. Румболдт, З. КТ- и МРТ- визуализация головного мозга: подход на основе изображений / под ред. З. Румболдта [и др]. – М.: «МЕДпресс-информ», 2016. – 423 с.
12. Современные виды томографии: учеб. пособие / М. Я. Марусина, А. О. Казначеева. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 131 с.
13. Эрнст, Й. Руммени. Магнитно-резонансная томография / Эрнст Й. Руммени, П. Раймер, В. Хайндель. – М.: Медпресс-информ, 2014. – 798 с.

Инновационные методы и подходы к преподаванию дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Занятия проводятся в том числе в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции (использование проблемных ситуаций, разбор конкретных ситуаций), самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов с рекомендуемыми учебно-методическими материалами, Internet-источниками и другими источниками.

Самостоятельная работа осуществляется в виде аудиторных и внеаудиторных форм. Для самостоятельной работы студентам предлагаются реферативные задания. В рамках индивидуальных консультаций студенты обсуждают ход выполнения индивидуальных заданий.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов второй ступени обучения рекомендуется использовать устные опросы, письменные контрольные работы или тесты по отдельным темам курса, защиту подготовленного студентом сообщения или реферата и индивидуальных заданий.

Темы самостоятельных работ

1. Радиационная защита в ядерной медицине.
2. Биологические эффекты ионизирующего излучения.
3. Защита персонала от медицинского облучения.
4. Радиоактивные отходы.
5. Аварийное медицинское облучение.
6. Меры безопасности при работе на ПЭТ-КТ.
7. Меры безопасности при работе на МРТ.
8. Роль медицинского физика в процессе предлучевой подготовки.
9. Критерии и методы оценки дозовых нагрузок на органы риска при проведении диагностики и лечения пациентов с помощью ядерной медицины.

Темы контрольных работ

1. Магнитно-резонансная томография.
2. Позитронно-эмиссионная томография.

Темы коллоквиумов

1. Физика резонанса
2. Достоинства и недостатки ПЭТ и МРТ-исследований.
Сравнительный анализ
- 3.