

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной
и воспитательной работе

МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

2020 г.

Регистрационный № УД-623-20/уч.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ И ПОЗИТРОННО- ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 80 22 Медицинская физика

Профилизация Физические методы в медицине

2020 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования (ОСВО) 1-31 80 22-2019 № 81 от 26.06.2019 г. и учебных планов № 115-19/уч. маг., 118-19/уч. маг. з. от 18.06.2019 специальности 1-31 80 22 Медицинская физика.

СОСТАВИТЕЛЬ:

М. Н. Петкевич, начальник отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии учреждения здравоохранения «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 11А от 08.06.2020);

Советом факультета мониторинга окружающей среды учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол №9 от 25.05.2020)

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 второй ступени 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.

В ходе изучения учебной дисциплины у студентов должны быть усвоены следующие компетенции (СК-5): быть способным обеспечить 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.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины рассчитано на общее количество 108 часов, из них 42 ч. аудиторных (28 ч. – лекции, 14 ч. – практические) для очной формы получения высшего образования.

Для заочной формы получения высшего образования аудиторное количество часов 10 (лекции – 6 ч, практические занятия – 4 ч).

Форма получения высшего образования – очная и заочная.

Форма текущей аттестации для очной формы получения высшего образования – экзамен во II семестре, для заочной – экзамен в III семестре.

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.

Тема 4. Принципы контрастного усиления, классы контрастных средств и их биологическое распределение.

Тема 5. 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 6. Артефакты в магнитно-резонансной томографии. Артефакты, зависящие от окружения. Физиологические артефакты. Артефакты, зависящие от параметров импульсной последовательности. Методы борьбы с артефактами. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования. Некорректные действия оператора.

Тема 7. МРТ в диагностике заболеваний и повреждений головного мозга. МР-анатомия больших полушарий, артерий, ствола и других структур мозга.

Тема 8. Аппаратное обеспечение и контроль качества ПЭТ. Детектирующая система ПЭТ. Основные блоки ПЭТ сканера. Калибровка оборудования. Проверка различных приборов и контроль их работы. Контроль качества в лаборатории по производству РФП. ПЭТ/КТ сканеры. Аппаратное обеспечение и детектирующая система ПЭТ.

Тема 9. Радионуклиды и РФП циклотронного и генераторного производства. Виды РФП, применяемых для ПЭТ. Синтез и контроль качества РФП.

Тема 10. Этапы исследования. Реконструкция изображений. Реконструкционные алгоритмы изображения. Особенности построения

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

Тема 11. Артефакты изображений в ПЭТ. Аппаратные артефакты. Артефакты сбора данных. Артефакты обработки данных.

Тема 12. Совмещения диагностических изображений. Структура DICOM файла. Интеграция систем обработки медицинских изображений и клинических систем. Совмещения диагностических изображений.

Тема 13. Анатомическая визуализация органов при использовании метода. Анатомическая визуализация брюшной полости и органов малого таза. Анатомическая визуализация грудной клетки и головы и шеи.

Тема 14. 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 ДИСЦИПЛИНЫ

(очная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские)	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Устройство МР-томографа, классификация томографов	2				
2	Эффект магнитного резонанса, принципы ядерно-магнитного резонанса.	2	2		Метод. пособие	Самост. работа
3	Базовые импульсные последовательности и их параметры. Построение магнитно-резонансного изображения	6			Метод. пособие	Самост. работа
4	Принципы контрастного усиления, классы контрастных средств и их биологическое распределение	1			Метод. пособие	Контр. работа
5	Техника безопасности при работе с МРТ	2				
6	Артефакты в магнитно-резонансной томографии	2	2		Метод. пособие	Самост. работа
7	МРТ в диагностике заболеваний и повреждений головного мозга	2	2			
8	Аппаратное обеспечение и контроль качества ПЭТ. Детектирующая система ПЭТ. Основные блоки ПЭТ сканера	1				
9	Радионуклиды и РФП циклотронного и генераторного производства	2			Метод. пособие	Самост. работа
10	Этапы исследования. Реконструкция изображений.	2	2		Метод. пособие	Самост. работа
11	Артефакты изображений в ПЭТ	2			Метод. пособие	Самост. работа
12	Совмещения диагностических изображений	2			Метод. пособие	Самост. работа
13	Анатомическая визуализация органов при использовании метода	1	2			Самост. работа, защита рефератов
14	Клиническое применение метода ПЭТ/КТ в онкологии	1	2		Метод. пособие	Самост. работа, защита рефератов
15	Контрольная работа		2			
ВСЕГО		28	14			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная 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. Устройство МР-томографа, классификация томографов	1			Метод. пособие	Самост. работа
3	Базовые импульсные последовательности и их параметры. Построение магнитно-резонансного изображения	1	1		Метод. пособие	Самост. работа, защита рефератов
6	Артефакты в магнитно-резонансной томографии	1	1		Метод. пособие	Контр. работа
8	Аппаратное обеспечение и контроль качества ПЭТ. Детектирующая система ПЭТ. Основные блоки ПЭТ сканера.	1			Метод. пособие	Самост. работа
10	Этапы исследования. Реконструкция изображений.	1			Метод. пособие	Самост. работа
14	Клиническое применение метода ПЭТ/КТ в онкологии	1	2		Метод. пособие	Самост. работа, защита рефератов
ВСЕГО		6	4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные методы и подходы к преподаванию дисциплины

При организации образовательного процесса используется метод *анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)*, который предполагает:

- приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

При этом не ставится цель охватить все стороны предмета или заменить другие формы работы. Подбор заданий для самостоятельной работы направлен на формирование базовых предметных компетенций путем применения теоретических знаний в конкретных ситуациях, а также на развитие активности и самостоятельности студентов.

Качество самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего промежуточного и итогового контроля в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам дисциплины (модулям).

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.

С целью диагностики знаний, умений и навыков студентов по данной дисциплине рекомендуется использовать:

- 1) контрольные работы;
- 2) самостоятельные работы;
- 3) тесты;
- 4) коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
- 5) устный опрос в ходе практических занятий;

6) проверку конспектов лекций студентов.

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

Рекомендуемая литература

Основная

1. Эрнст, Й. Руммени. Магнитно-резонансная томография / Эрнст Й. Руммени, П. Раймер, В. Хайндель. – М.: Медпресс-информ, 2014. – 798 с.
2. MRI from Picture to Proton 3rd ed. / Donald W. McRobbie, Elizabeth A. Moore, 2017 – 383 p.
3. Physics of PET and SPECT Imaging // Magnus Dahlbom – 2017. – 504 p.
4. PET/CT in Radiotherapy Planning / Sue Chua – 2017. – 84 p.
5. Современные виды томографии: учеб. пособие / М. Я. Марусина, А. О. Казначеева. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 131 с.

Дополнительная

1. Позитронно эмиссионная томография: руководство для врачей / под. ред. А. М. Гранова и Л. А. Тютин. – СПб.: Фолиант, 2008. – 368 с.
2. Лучевая диагностика: учебник / Г. Е. Труфанов и др.; под ред. Г. Е. Труфанова. 2013. – 496 с.
3. Терещенко, С. А. Методы вычислительной томографии / С. А. Терещенко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 320 с.
4. Медицинская физика. – М.: Изд-во «Медицина», 2008. – 464 с.
5. Национальное руководство по радионуклидной диагностике. В 2-х т. / под ред. Ю. Б. Лишманова, В. И. Чернова. – Томск: STT, 2010 – Т. 1. – 290 с.
6. 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.
7. 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.
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. Румболдт, З. КТ- и МРТ- визуализация головного мозга: подход на основе изображений / под ред. З. Румболдта [и др.]. – М.: «МЕДпресс-информ», 2016. – 423 с.

10. Бокерия, Л. А. Значение совмещенной стресс-ПЭТ / КТ миокарда с контрастным усилением коронарных артерий при обследовании пациентов с верифицированной и предполагаемой ишемической болезнью сердца / Л. А. Бокерия, И. П. Асланиди, И. В. Шурупова, А. А. Чернова // Бюллетень НЦССХ ИМ. А. Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания». – 2016. – Т. 17, № 4. – С. 4–11.
11. Мочула, А. В. Динамическая однофотонная эмиссионная компьютерная томография миокарда как метод идентификации многососудистого поражения коронарного русла / А. В. Мочула, К. В. Завадовский, Л. С. Андреев, Ю. Б. Лишманов // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2016. – Т. 97 (5). – С. 289–295.
12. Мочула, А. В. Методика определения резерва миокардиального кровотока с использованием нагрузочной динамической однофотонной эмиссионной компьютерной томографии / А. В. Мочула, К. В. Завадовский, Ю. Б. Лишманов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины – 2015. – Т. 160. – № 12. – С. 845–848.

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на 2020/2021 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
1.	В основной список литературы включить 1. Власов, Е.А. Томографическая (КТ и МРТ) анатомия центральной нервной системы человека. Атлас / Е.А. Власов. – Москва: Видар, 2020. – 144 с. 2. Кармазановский, Г.Г. Динамическая мультиспиральная КТ. Руководство для врачей лучевых диагностов / Г.Г. Кармазановский. – Москва: Видар, 2020. – 384 с.	
2.	Из основного списка литературы перенести в дополнительный 1. Эрнст, Й. Руммени. Магнитно-резонансная томография / Эрнст Й. Руммени, П. Раймер, В. Хайндель. – М.: Медпресс-информ, 2014. – 798 с. 2. Марусина, М. Я. Современные виды томографии: учеб. пособие / М. Я. Марусина, А. О. Казначеева. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 131 с.	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и медицинской физики (протокол № 1 от 31.08.2020 года).

Заведующий кафедрой  Н.А. Савастенко, к. физ.- мат. наук, доцент

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета мониторинга окружающей среды  В.В. Жилко, к.х.н., доцент

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на 2021/2022 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
1.	В основной список литературы включить 1. Китаев, В. М. Компьютерная томография в пульмонологии / В. М. Китаев. – М. : МЕДпресс-информ, 2017. – 144 с. 2. Филюстин, А. Е. Основы МРТ в медицинской практике: практическое пособие для врачей / А. Е. Филюстин, Г. Д. Панасюк, А. В. Доманцевич. – Гомель : ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», 2018. – 25 с. 3. Франсиско С. Дж. Позитронно-эмиссионная томография с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) / С. Дж. Франсиско. – М.: Панфилова. – 2017. – 144 с.	
2.	Из основного списка литературы перенести в дополнительный	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и медицинской физики (протокол № 1 от 30.08.2021 года).

Заведующий кафедрой  Н.А. Савастенко, к. физ.- мат. наук, доцент

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета мониторинга окружающей среды  В.В. Жилко, к.х.н., доцент