

# МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,  
фармацевтическому образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель  
Министра здравоохранения  
Республики Беларусь, председатель  
Учебно-методического объединения  
по высшему медицинскому,  
фармацевтическому образованию

Е.Н.Кроткова

24.05.2023

Регистрационный № УПД-091-01 пр.



## ФИЗИКА МЕДИЦИНСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности

1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»

**СОГЛАСОВАНО**

Ректор учреждения образования  
«Гомельский государственный  
медицинский университет»

И.О.Стома

26.04.2023



**СОГЛАСОВАНО**

Начальник управления кадровой  
политики, учреждений образования  
Министерства здравоохранения  
Республики Беларусь

О.Н.Келюпанова

23.05.2023



**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Республиканского центра  
научно-методического обеспечения  
медицинского и фармацевтического  
образования государственного  
учреждения образования «Белорусская  
медицинская академия  
последипломного образования»

Л.М.Калацей

16.05.2023

*(Signature)*

Минск 2023

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

М.Н.Стародубцева, профессор кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», доктор биологических наук, доцент;

А.М.Юрковский, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, доцент

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра медицинской и биологической физики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»;

Г.Г.Мартинovich, заведующий кафедрой биофизики Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» (протокол № 12 от 02.12.2022);

Кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» (протокол № 11 от 26.11.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» (протокол № 11 от 07.02.2023);

Научно-методическим советом по медико-диагностическому делу Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию (протокол № 1 от 07.02.2023)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Физика медицинской визуализации» – учебная дисциплина модуля «Медицинская визуализация», содержащая систематизированные научные знания о физических законах и принципах, лежащих в основе комплекса диагностических методов, относящихся к медицинской визуализации.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Физика медицинской визуализации» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.01.2022 №14; типовым учебным планом по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело» (регистрационный № L 79-1-008/пр-тип.), утвержденным первым заместителем Министра образования Республики Беларусь от 30.06.2021.

Цель учебной дисциплины «Физика медицинской визуализации» – формирование базовой профессиональной компетенции для эффективного решения задач профессиональной деятельности при использовании различных методов медицинской визуализации.

Задачи учебной дисциплины «Физика медицинской визуализации» состоят в формировании у студентов научных знаний о физических основах формирования изображений структур человеческого организма; устройстве, функционировании и безопасном применении оборудования, используемого для медицинской визуализации; умений и навыков для критического анализа диагностических изображений, получаемых методами медицинской визуализации.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Физика медицинской визуализации», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Основы медицинской визуализации», «Основы функциональной диагностики».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией:

применять знания о физических и технических основах получения изображений в медицине, принципах их анализа, способах хранения и передачи при использовании различных методов медицинской визуализации.

В результате изучения учебной дисциплины «Физика медицинской визуализации» студент должен

**знать:**

физические законы, лежащие в основе методов медицинской визуализации;

физические основы записи сигналов, формирования, обработки и анализа диагностических изображений;

физические основы устройства и функционирования оборудования, используемого для медицинской визуализации;

правила техники безопасности при эксплуатации оборудования, используемого для медицинской визуализации;

**уметь:**

критически анализировать изображения, полученные методами визуализации на основе знаний физических принципов их формирования;

сохранять и передавать диагностическую информацию, полученную различными методами медицинской визуализации;

**владеть:**

профессиональной терминологией, используемой в медицинской визуализации;

навыками сбора и передачи диагностической информации, полученной различными методами медицинской визуализации, для ее последующего анализа;

основными приемами защиты персонала и пациентов от вредных факторов, возникающих при использовании оборудования для медицинской визуализации.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Физика медицинской визуализации» студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный и духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 90 академических часов, из них 42 аудиторных и 48 часов самостоятельной работы студента. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации: зачет (6 семестр).

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	практические
1. Медицинская визуализация: терминология, принципы и методы	6	2	4
2. Ультразвуковая диагностика	8	2	6
3. Рентгеновская диагностика	8	2	6
4. Радионуклидная диагностика	8	2	6
5. Магнитно-резонансная томография	8	2	6
6. Оптические методы визуализации	2	-	2
7. Визуализация теплового излучения тела человека	2	-	2
Всего часов	42	10	32

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. Медицинская визуализация: терминология, принципы и методы

Термин «медицинская визуализация». Методы медицинской визуализации. Терминология физических факторов и явлений, на которых основаны методы медицинской визуализации. Медицинское изображение: типы, характеристики, основы обработки и воспроизведения. Хранение и анализ медицинских изображений. DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) стандарт обработки, хранения, передачи, печати и визуализации медицинских изображений. Понятие о методах компьютерной интерпретации медицинских изображений.

### 2. Ультразвуковая диагностика

Характеристики ультразвуковых волн, используемых для диагностических целей в медицине. Источники и приемники ультразвука. Законы распространения, поглощения и рассеяния ультразвуковых волн. Акустический импеданс. Особенности распространения ультразвуковых волн в различных средах. Определение расстояния до объекта и размеров объектов с помощью ультразвуковых волн.

Устройство ультразвукового датчика. Виды датчиков. Эхокардиография. Трехмерная эхография. Биологические эффекты и безопасность ультразвукового сканирования.

Эффект Доплера. Доплеровский сдвиг частоты. Доплеровский угол. Частота излучаемого сигнала. Понятие о спектре скоростей кровотока. Непрерывноволновой доплер. Импульснволновой доплер. Цветовое доплеровское картирование.

Механические свойства ткани как биомаркеры нормы и патологии. Термин «эластография». Определение модуля упругости ткани с помощью

ультразвуковых волн. Различия модулей упругости разных тканей в норме и при патологии.

### **3. Рентгеновская диагностика**

Природа рентгеновского излучения и его источники. Виды, механизмы образования и спектр рентгеновского излучения рентгеновской трубки. Фильтры рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с тканями организма. Коэффициент ослабления рентгеновского излучения. Физические основы рентгенографии.

Методы регистрации рентгеновского излучения: люминесцентный, фотографический, электрофотографический и ионизационный методы. Методы записи 2D-изображения. Цифровая рентгенография. Рентгеноконтрастные вещества.

Основы записи и формирования трехмерного изображения. Единицы Хаунсфилда. Устройство компьютерного томографа и его виды. Критерии качества изображений и калибровка компьютерного томографа. Биологические эффекты рентгеновского излучения и потенциальный риск для здоровья. Меры безопасности для пациентов и персонала при проведении рентгенологических исследований.

### **4. Радионуклидная диагностика**

Радиационный распад. Радиофармацевтические препараты. Гамма-испускаемые радиоизотопы. Гамма-камера. Сцинтиграфия. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Биологические эффекты гамма-излучения и потенциальный риск для здоровья при проведении радионуклидных исследований. Меры безопасности для пациентов и персонала при проведении радионуклидных исследований.

Позитрон-испускающие радиоизотопы. Аннигиляция и рождение пары «частица-античастица» на примере пары «электрон-позитрон». Позитронно-эмиссионная томография. Пространственное разрешение радионуклидных методов медицинской визуализации. Позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией или магнитно-резонансной томографией.

### **5. Магнитно-резонансная томография**

Эффект Зеемана. Ядерный магнитный резонанс. Суммарный вектор намагниченности вещества. Спин-решеточная релаксация и спин-спиновая релаксация. Параметры для картирования свойств ткани при МРТ: времена продольной и поперечной релаксации, протонная плотность. Импульсные МРТ последовательности. Типы и характеристики магнитно-резонансных томографов. Потенциальный риск для здоровья и меры безопасности для пациентов и персонала при проведении МРТ. Контрастные вещества в МРТ.

Использование наноразмерных частиц в медицинской визуализации.

### **6. Оптические методы визуализации**

Оптическая когерентная томография. Диффузная оптическая визуализация. Спектроскопия комбинационного рассеяния света (эффект Рамана). Фотоакустическая визуализация.

## **7. Визуализация теплового излучения тела человека**

Природа теплового излучения. Основные характеристики теплового излучения тел. Законы теплового излучения абсолютно черного тела и серого тела. Тепловое излучение тела человека. Визуализация теплового излучения тела человека. Методы термографии. Инфракрасная и микроволновая термография.

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **ЛИТЕРАТУРА**

#### **Основная:**

1. Лучевая диагностика : учебник / [Г. Е. Труфанов и др.] ; под ред. Г. Е. Труфанова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 484 с.

#### **Дополнительная:**

2. Ермолицкий, Н. М. Радиационная безопасность в лучевой диагностике : учеб.-метод. пособие / Н. М. Ермолицкий. – Гомель : ГомГМУ, 2018. – 97 с.

3. Илясова, Е. Б. Лучевая диагностика : учеб. пособие / Е. Б. Илясова, М. Л. Чехонацкая, В. Н. Приезжева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с.

4. Основы радионуклидной диагностики : учеб.-метод. пособие / С. Л. Качур [и др.]. – Минск : БГМУ, 2019. – 36 с.

5. Черняев, А. П. Физические методы визуализации в медицинской диагностике : учеб. пособие / А. П. Черняев, Д. В. Волков, Е. Н. Лыкова. – Москва : ООП физического факультета МГУ, 2019. – 112 с.

#### **Нормативные правовые акты:**

6. Санитарные правила и нормы 2.6.1.8-38-2003 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований» : постановление Гл. гос. санитарного врача Респ. Беларусь, 31 дек. 2003 г., № 223 : с изм. и доп.

7. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37 : с изм. и доп.

8. Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения» : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 31 дек. 2013 г., № 137.

9. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к радиационной безопасности» и Гигиенического норматива «Критерии оценки радиационного воздействия» : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 28 дек. 2012 г., № 213 : с изм. и доп.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

- подготовку к лекциям и практическим занятиям;
- подготовку к зачету по учебной дисциплине;
- решение типовых задач по темам;
- выполнение практических заданий;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку тематических рефератов;
- конспектирование учебной литературы;
- составление обзора научной литературы по заданной теме;
- подготовку тематических докладов в виде презентаций;
- оформление информационных и демонстрационных материалов (стенды, плакаты, графики, таблицы, газеты и пр.);
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Основные формы организации управляемой самостоятельной работы:

- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции;
- систематическое компьютеризированное тестирование;
- подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль управляемой самостоятельной работы может осуществляться на текущих, итоговых занятиях, зачете в виде:

- контрольной работы;
- устного собеседования;
- письменной работы;
- тестирования;
- обсуждения докладов и рефератов по темам;
- проверки рефератов и письменных докладов.

### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

#### **Устная форма:**

- собеседования;
- опросы;
- устные доклады на занятиях;
- доклады на конференциях;
- устный зачет.

#### **Письменная форма:**

- тесты;

контрольные письменные опросы;  
решение задач;  
рефераты;  
публикации статей, докладов;  
письменный зачет.

**Устно-письменная форма:**

зачет;  
оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

**Техническая форма:**

электронные тесты.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ**

1. Распознавание метода визуализации, использованного для получения конкретных диагностических изображений.
2. Сбор и передача диагностической информации, полученной различными методами медицинской визуализации, для ее последующего анализа.
3. Оценка потенциального риска здоровью пациентов и персонала при применении конкретного метода визуализации.
4. Оценка потенциального риска возникновения опасных, нештатных и чрезвычайных ситуаций при эксплуатации оборудования, используемого для медицинской визуализации.
5. Расчет толщины слоя защитного экрана, изготавливаемого из различных материалов, для обеспечения безопасной работы с диагностическим оборудованием, использующим ионизирующее излучение.
6. Расчет расстояния до объекта и размеров объектов на ультразвуковых сканах.
7. Расчет скорости кровотока с использованием параметров падающей и отраженной от эритроцитов ультразвуковых волн.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Профессор кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», доктор биологических наук, доцент

\_\_\_\_\_ М.Н.Стародубцева

Заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, доцент

\_\_\_\_\_ А.М.Юрковский

Оформление примерной учебной программы и сопроводительных документов соответствует установленным требованиям

Начальник отдела учебно-методического обеспечения образовательного процесса учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

\_\_\_\_\_ Е.М.Бутенкова

**Сведения о составителях примерной учебной программы**

Фамилия, имя, отчество	Стародубцева Мария Николаевна
Должность, ученая степень, ученое звание	Профессор кафедры медицинской и биологической физики учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», доктор биологических наук, доцент
 служебный	(0232) 35-97-76
E-mail:	<a href="mailto:bio_physics@gsmu.by">bio_physics@gsmu.by</a>

Фамилия, имя, отчество	Юрковский Алексей Михайлович
Должность, ученая степень, ученое звание	Заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, доцент
 служебный	(0232) 49-13-56
E-mail:	<a href="mailto:radiology@gsmu.by">radiology@gsmu.by</a>