

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

25 июля 2020 г.

Регистрационный № УД- 621-20 /уч.



ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА И ТЕРАПИЯ
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:

Е. В. Титович, медицинский физик унитарного предприятия «АДАНИ», кандидат технических наук.

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 «Лучевая диагностика и терапия», являющаяся разделом модуля «Физические методы диагностики и терапии», включает информацию о важнейших физических фактах и понятиях, законах и принципах, используемых в современной лучевой терапии и диагностике. Биологическая и медицинская физика возникла и развивается на стыке физики, химии, биохимии, биологии (молекулярной биологии) и клинической медицины.

Учебная программа «Лучевая диагностика и терапия» 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 «Лучевая диагностика и терапия» – получение слушателями современных знаний в области лучевой терапии, радиационной диагностики, интервенционной радиологии, рентгеновской томографии, дозиметрии в радиационных методах воздействия на пациента.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение методов дозиметрической подготовки к проведению лучевой терапии;
- изучение структуры и технологии дозиметрического планирования облучения, современных систем планирования лучевой терапии, процедур ввода-вывода из эксплуатации источников ионизирующего излучения в медицине;
- обучение работе с оборудованием для клинической дозиметрии и контролю качества аппаратов для лучевой терапии, а также методов контроля облучения и обеспечения его качества в радиационной диагностике;
- изучение структуры и технологии получения 2D- и 3D-изображений внутренних органов и тканей человека, методов обработки биомедицинских сигналов, радиологических процедур;
- обучение проведению дозиметрических процедур и процедур контроля качества радиологического оборудования.

В процессе изучения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями (СК-5): быть способным 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.

Дисциплина состоит из двух разделов: «Лучевая терапия» и «Лучевая диагностика». В разделе «Лучевая терапия» рассматриваются вопросы, связанные с изучением основных принципов лучевой терапии,

радиобиологических основ и изодозовых характеристик, а также дозиметрических величин. Из данного раздела студенты узнают об оборудовании для лучевой терапии и его эксплуатации, основных методах лучевой терапии и их применении в клинической практике учреждений здравоохранения, гарантии качества в лучевой терапии

Раздел «Лучевая диагностика» охватывает все вопросы современной лучевой диагностики, в том числе основные принципы диагностической и интервенционной радиологии, использование оборудования для осуществления диагностики лучевыми методами, контроль качества работы, измерение его основных технико-дозиметрических характеристик и их анализ. Изучение лучевой терапии и диагностики позволяет сформировать у студентов целостность представлений о системе клинической медицинской физики и о её роли в оказании качественной медицинской помощи в системе здравоохранения. Материал каждого из разделов подразделяется на отдельные пункты, охватывающие определенный круг взаимосвязанных вопросов.

В результате изучения дисциплины студенты должны

знать:

- основные принципы и методы лучевой терапии;
- основные установки и устройства, применяемые в дистанционной лучевой терапии и брахитерапии;
- принципы осуществления дозиметрического планирования условий облучения в дистанционной лучевой терапии и брахитерапии;
- основные принципы разработки программы обеспечения качества процедур лучевой терапии;
- принципы и методы контроля качества радиотерапевтического оборудования;
- основные принципы и методы лучевой диагностики;
- основные установки и устройства, применяемые в лучевой диагностики; основные принципы обеспечения радиационной защиты пациента и персонала при медицинском облучении;
- принципы и методы контроля качества диагностического оборудования в радиологии;

уметь:

- проводить техническую верификацию и обслуживание приборов, аппаратов и методик лучевой терапии, систем планирования условий облучения ионизирующим излучением;
- осуществлять контроль качества аппаратов, устройств, относящихся к дистанционной лучевой терапии, дозиметрии и радиационной безопасности, дополнительного оборудования, используемого для планирования облучения, согласно существующим нормативным документам и протоколам;

- проводить техническую верификацию и обслуживание приборов, аппаратов и методик лучевой диагностики;
- осуществлять грамотную эксплуатацию аппаратов диагностической и интервенционной радиологии;

владеть:

- методиками дозиметрических измерений при клинических применениях технических устройств в лучевой терапии и диагностике;
- навыками дозиметрического планирования условий облучения онкологических пациентов для основных локализаций в лучевой терапии;
- навыками осуществления процедур диагностики онкологических пациентов и лучевого лечения онкологических пациентов в дистанционной лучевой терапии.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины рассчитано на общее количество часов 100.

Для очной формы получения высшего образования аудиторное количество часов 42 (лекции – 22 ч, практические занятия – 20 ч).

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 – зачет во II семестре для очной формы получения высшего образования и зачет в III семестре для заочной формы получения высшего образования.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Лучевая терапия

Тема 1. Основные принципы лучевой терапии

1.1. Основные дозиметрические величины и их применение для расчета дозы в дистанционной фотонной терапии. Основные величины, используемые для описания поля фотонов в радиационной физике. Фантомные материалы. Процентная глубинная доза и ее свойства. Отношение «ткань-воздух» и его свойства. Отношение рассеивание-воздух. Система дозиметрических расчетов для мегавольтных пучков. Расчет мониторинговых единиц. Нерегулярные поля. Простые практические методы расчета глубинных распределений дозы. Приближенные аналитические модели для расчета поглощенной дозы.

1.2. Изодозовые распределения. Изодозовые кривые. Параметры изодозовых кривых. Клиновидные фильтры. Облучение несколькими полями. Изоцентрическое облучение. Облучение с клиньями. Дозовая спецификация для терапии внешними пучками. Гистограммы «доза – объем».

Тема 2 Оборудование для лучевой терапии и его эксплуатация

2.1. Гамма-терапевтические аппараты для дистанционного облучения.

Основные типы гамма-терапевтических аппаратов для дистанционного и контактного облучения. Требования Международной электротехнической комиссии (МЭК) к характеристикам гамма-терапевтических аппаратов. Устройство и характеристики гамма-терапевтических аппаратов для дистанционного облучения, применяемых в онкологических учреждениях. Радиоактивные источники излучения, применяемые в аппаратах для дистанционного облучения. Аппараты для стереотаксического облучения. Осуществление сеанса облучения на гамма-аппарате. Включение/выключение гамма-терапевтического аппарата. Техническая документация и виды блокировок, препятствующих проведению лучевой терапии.

2.2. Медицинские ускорители электронов. Распространенность медицинских ускорителей в мировой практике лучевой терапии. Преимущества ускорителей перед гамма-терапевтическими аппаратами для дистанционного облучения. Устройство медицинских ускорителей. Характеристики ускорителей. Ускорители для стереотаксического облучения и их характеристики. Многопластинчатые диафрагмы. Системы регистрации портальных изображений. Контроль облучения. Осуществление сеанса облучения на линейном ускорителе. Включение/выключение линейного ускорителя, проведение утренней проверки эксплуатационных характеристик. Техническая

документация и виды блокировок, препятствующих проведению лучевой терапии.

2.3. Аппараты для рентгенотерапии. Распространенность аппаратов для рентгенотерапии пациентов в мировой практике лучевой терапии. Особенности конструкции аппаратов для рентгенотерапии. Фильтры и аппликаторы для облучения различных участков тела.

Тема 3, Основные методы лучевой терапии

3.1. Трехмерное дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии. Особенности дозиметрического планирования. Классификация алгоритмов расчета дозы, применяемых в 3-мерном дозиметрическом планировании. Геометрия элементарных источников. Метод дифференциального тонкого луча. Метод тонкого луча. Метод конечного тонкого луча.

3.2. Электронная лучевая терапия. Взаимодействие электронов с веществом. Дозиметрические характеристики клинических электронных пучков. Фантомы для дозиметрии электронных пучков. Влияние негетомогенностей на дозовое распределение от электронных пучков. Нерегулярные поверхности. Клиническое применение электронных пучков.

3.3. Рентгенотерапия. Особенности рентгенотерапии. Классификация рентгенотерапии. Расчет дозовых распределений в рентгенотерапии. Клиническое применение и дозиметрические системы.

3.4. Лучевая терапия с модуляцией интенсивности радиационного пучка. Сравнение конформной лучевой терапии и лучевой терапии с модуляцией интенсивности пучка. Методы получения пучков с модулированной интенсивностью. Планирование облучения и расчет доз для фотонных пучков с модулированной интенсивностью. Обратное планирование облучения. Утечка излучения через лепестки.

3.5. Брахитерапия. Особенности брахитерапии. Классификация брахитерапии. Расчет дозовых распределений в брахитерапии. Клиническое применение и дозиметрические системы. Радиобиология брахитерапии.

Тема 4. Гарантия качества в лучевой терапии

4.1. Программа гарантии качества в лучевой терапии. Гарантия качества лучевой терапии. Требования к погрешностям в отпуске поглощенной дозы пациентам при проведении лучевой терапии.

4.2. Организация контроля качества аппаратов лучевой терапии в медицинском учреждении

Программа гарантии качества лучевой терапии. Требования к погрешностям в отпуске поглощенной дозы пациентам при проведении лучевой терапии. Общие требования и характеристики. Ведение документации. Физические аспекты. Контроль качества оборудования. Контроль качества радиотерапевтических аппаратов как составная часть системы гарантии качества. Цели применения контроля качества в практике радиологических отделений онкологических учреждений. Протоколы контроля качества оборудования для лучевой терапии, утвержденные Министерством здравоохранения Республики Беларусь. Принципы построения протоколов контроля качества. Организация взаимодействия клинического и технического персонала в установлении гарантии и контроля качества лучевой терапии в радиологических отделениях.

4.3. Дозиметрическое оборудование, используемое для контроля качества технических параметров аппаратов лучевой терапии

Дозиметрические приборы и оборудование для контроля качества в лучевой терапии. Приборы дозиметрического контроля. Типы детекторов ионизирующих излучений для контроля качества. Клинические дозиметры с ионизационными камерами и иными детекторами при проведении контроля качества. Матричные дозиметры и их использование. Термолюминесцентные дозиметры. Дозиметры для *in-vivo* дозиметрии. Вспомогательное оборудование.

4.4. Контроль качества технических параметров гамма-терапевтических аппаратов

Обоснование необходимости проведения контроля качества аппаратов. Виды контроля. Контроль качества при приемке аппаратов в клиническую эксплуатацию. Периодический контроль аппаратов. Допустимые пределы отклонений значений проверяемых характеристик от первоначальных значений. Проведение всех видов контроля, предусмотренного в инструкциях по применению и утвержденных Министерством здравоохранения РБ протоколах контроля качества гамма-терапевтических аппаратов.

4.5. Контроль качества технических параметров линейных ускорителей.

Обоснование необходимости проведения контроля качества аппаратов. Виды контроля. Контроль качества при приемке аппаратов в клиническую эксплуатацию. Периодический контроль аппаратов. Допустимые пределы отклонений значений проверяемых характеристик от первоначальных значений.

4.6. Дозиметрическое обеспечение аппаратов лучевой терапии.

Дозиметрическое оборудование, используемое для измерений в лучевой терапии. Клиническая дозиметрия пучков ионизирующих облучений.

Абсолютная дозиметрия. Относительная дозиметрия. Верификация
высокотехнологичного облучения.

Раздел 2. Лучевая диагностика

Тема 1. Основные принципы лучевой диагностики

Введение. Понятие о предмете и методах диагностической и интервенционной радиологии. Классификация физических методов радиологических исследований. Диагностика и интервенционное радиологическое лечение. Использование физических методов в радиологии. Методы визуализации. Получение и обработка 2D (рентген), 3D (КТ) изображений внутренних органов и тканей человека. Геометрические различия между изображениями. Методы обработки сигналов. Учет шумов. Фильтрация.

Тема 2. Основные методы лучевой диагностики

2.1. Методы рентгеновского исследования

Методы рентгеновского исследования. Поглощение рентгеновского излучения тканями. Зависимость от атомной массы элементов. Рентгеновская трубка. Контрастные агенты. Ангиография. Методы реализации рентгеновского исследования: флюорография, КТ, маммография, компьютерная томография в коническом пучке. Принцип формирования послойного изображения в КТ. Рассеяние рентгеновских лучей. Рентгеновские методы диагностики.

2.2. Технические средства предлучевой подготовки

Необходимость применения рентгеновских компьютерных томографов и симуляторов для осуществления предлучевой подготовки для проведения лучевой терапии пациентов. Особенности применяемых топометрических томографов. Дальнейшее использование информации, полученной на рентгеновских компьютерных томографах. Роль рентгеновских симуляторов в предлучевой подготовке пациентов. Виртуальная симуляция. Маркировка поверхности тела для наведения пучков аппаратов лучевой терапии на облучаемую мишень.

Тема 3. Контроль облучения и обеспечение его качества в радиологии

3.1. Контроль качества технических параметров рентгенодиагностического оборудования.

Обоснование необходимости проведения контроля качества аппаратов для рентген визуализации общего назначения, маммографии и ангиографии. Виды контроля. Контроль качества при приемке аппаратов в клиническую эксплуатацию. Периодический контроль аппаратов. Допустимые пределы отклонений значений проверяемых характеристик от первоначальных значений. Осуществление процедур контроля качества рентгенодиагностического оборудования.

3.2. Контроль качества технических параметров рентгеновских симуляторов

Обоснование необходимости проведения контроля качества рентгеновских симуляторов. Виды контроля. Контроль качества при приемке аппаратов в клиническую эксплуатацию. Периодический контроль аппаратов. Допустимые пределы отклонений значений проверяемых характеристик от первоначальных значений. Проведение контроля, предусмотренного в инструкциях по применению, и утвержденных Министерством здравоохранения РБ протоколах контроля качества рентгеновских симуляторов.

3.3. Контроль качества технических параметров компьютерных рентгеновских томографов

Обоснование необходимости проведения контроля качества компьютерных томографов. Виды контроля. Контроль качества при приемке аппаратов в клиническую эксплуатацию. Периодический контроль аппаратов. Допустимые пределы отклонений значений проверяемых характеристик от первоначальных значений. Проведение контроля, предусмотренного в инструкциях по применению и утвержденных Министерством здравоохранения РБ протоколах контроля качества рентгеновских компьютерных томографов для топометрии и рентгенодиагностики.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(очная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные принципы лучевой терапии	2						
1.1	Основные дозиметрические величины и их применение для расчета дозы в дистанционной лучевой терапии.	1						Контрольный опрос, презентация задания
1.2	Изодозовые распределения	1						Контрольный опрос, презентация задания
2	Оборудование для лучевой терапии и его эксплуатация	3	6					
2.1	Гамма-терапевтические аппараты для дистанционного облучения	1	2					Контрольный опрос, презентация задания
2.2	Медицинские ускорители электронов.	1	2					Контрольный опрос, презентация задания
2.3	Аппараты для рентгенотерапии.	1	2					Контрольный опрос, презентация задания
3	Основные методы лучевой терапии	5	6					
3.1	Трехмерное дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии	1	2					Контрольный опрос
3.2	Электронная лучевая терапия	1	1					Контрольный опрос
3.3	Рентгенотерапия	1	1					Контрольный опрос

3.4	Лучевая терапия с модуляцией интенсивности радиационного пучка	1	1					Контрольный опрос
3.5	Брахитерапия	1	1					Контрольный опрос
4	Гарантия качества в лучевой терапии	4	5					
4.1	Программа гарантии качества в лучевой терапии.	1						Контрольный опрос
4.2	Организация контроля качества аппаратов лучевой терапии в медицинском учреждении	1	0,5					Контрольный опрос
4.3	Дозиметрическое оборудование, используемое для контроля качества технических параметров аппаратов лучевой терапии	1	0,5					Контрольный опрос
4.4	Контроль качества технических параметров гамма-терапевтических аппаратов	1	0,5					Контрольный опрос
4.5	Контроль качества технических параметров линейных ускорителей	1	0,5					Контрольный опрос
4.6	Дозиметрическое обеспечение аппаратов лучевой терапии.	1	1					Контрольный опрос
5	Основные принципы лучевой диагностики	1						Контрольный опрос
6	Основные методы лучевой диагностики	2	2					
6.1	Методы рентгеновского исследования.	1	1					Контрольный опрос, презентация задания
6.2	Технические средства предлучевой подготовки	1	1					Контрольный опрос, презентация задания
7	Контроль облучения и обеспечение его качества в радиологии	3	3					
7.1	Контроль качества технических параметров рентгенодиагностического оборудования.	1	1					Контрольный опрос
7.2	Контроль качества технических параметров рентгеновских симуляторов	1	1					Контрольный опрос
7.3	Контроль качества технических параметров компьютерных рентгеновских томографов	1	1					Контрольный опрос
	Итого	22	20					

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(заочная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные принципы лучевой терапии	1						
1.1	Основные дозиметрические величины и их применение для расчета дозы в дистанционной лучевой терапии.	0,5						Контрольный опрос, презентация задания
1.2	Изодозовые распределения	0,5						Контрольный опрос, презентация задания
2	Оборудование для лучевой терапии и его эксплуатация	1						
2.1	Гамма-терапевтические аппараты для дистанционного облучения	0,25						Контрольный опрос, презентация задания
2.2	Медицинские ускорители электронов.	0,5						Контрольный опрос, презентация задания
2.3	Аппараты для рентгенотерапии.	0,25						Контрольный опрос, презентация задания
3	Основные методы лучевой терапии	1	1					
3.1	Трехмерное дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии	0,2	0,5					Контрольный опрос
3.2	Электронная лучевая терапия	0,2	0,1					Контрольный опрос
3.3	Рентгенотерапия	0,2	0,1					Контрольный опрос

3.4	Лучевая терапия с модуляцией интенсивности радиационного пучка	0,2	0,2					Контрольный опрос
3.5	Брахитерапия	0,2	0,1					Контрольный опрос
4	Гарантия качества в лучевой терапии	1	1					
4.1	Программа гарантии качества в лучевой терапии.	0,2						Контрольный опрос
4.2	Организация контроля качества аппаратов лучевой терапии в медицинском учреждении	0,1						Контрольный опрос
4.3	Дозиметрическое оборудование, используемое для контроля качества технических параметров аппаратов лучевой терапии	0,1	0,25					Контрольный опрос
4.4	Контроль качества технических параметров гамма-терапевтических аппаратов	0,2	0,25					Контрольный опрос
4.5	Контроль качества технических параметров линейных ускорителей	0,2	0,25					Контрольный опрос
4.6	Дозиметрическое обеспечение аппаратов лучевой терапии.	0,2	0,25					Контрольный опрос
5	Основные принципы лучевой диагностики	0,5						Контрольный опрос
6	Основные методы лучевой диагностики	0,5	1					
6.1	Методы рентгеновского исследования.	0,25	0,5					Контрольный опрос, презентация задания
6.2	Технические средства предлучевой подготовки	0,25	0,5					Контрольный опрос, презентация задания
7	Контроль облучения и обеспечение его качества в радиологии	1	1					
7.1	Контроль качества технических параметров рентгенодиагностического оборудования.	0,25	0,25					Контрольный опрос
7.2	Контроль качества технических параметров рентгеновских симуляторов	0,25	0,25					Контрольный опрос
7.3	Контроль качества технических параметров компьютерных рентгеновских томографов	0,5	0,5					Контрольный опрос
	Итого	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. Гамма-аппараты для лучевой терапии.
2. Линейные ускорители для лучевой терапии.
3. Рентгенотерапия.
4. Рентгенодиагностика.
5. Компьютерная томография.
6. Симуляция облучения.
7. Контроль качества
8. Дозиметрия

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. Принципы и методы лучевой терапии.
2. Принципы и методы лучевой диагностики.

Темы коллоквиумов

1. Виды лучевой терапии, использующихся в клинической практике. Виды и типы используемого оборудования и методических подходов.
2. Виды диагностических исследований с использованием лучевых методов, использующихся в клинической практике. Виды и типы используемого оборудования и методических подходов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Костылев, В. А. Медицинская физика / В. А. Костылев, Б. Я. Наркевич – М.: Медицина, 2008. – 435 с.
2. Методы дозиметрического сопровождения высокотехнологичной лучевой терапии. Инструкция по применению, 2014.
3. Тарутин И. Г., Применение линейных ускорителей электронов в высокотехнологичной лучевой терапии / И. Г. Тарутин, Е. В. Титович. – Минск: Беларус. навука, 2014. – 174 с.
4. Высокотехнологичная лучевая терапия: Сборник нормативных документов. – Минск: Беларус. навука, 2016. – 163 с.
5. Количественный анализ повреждений здоровых органов и тканей при проведении лучевой терапии злокачественных новообразований (проект QUANTEC): пер. с англ. / под общ. ред. С. И. Ткачева и Т. Г. Ратнер. – М.: АМФР, 2015. – 250 с.
6. Демешко, П. Д. Лучевая диагностика и лучевая терапия рака предстательной железы / П. Д. Демешко, С. А. Красный, Е. А. Леусик – Минск: Бизнессофсет, 2016 – 159 с.
7. Тарутин, И. Г. Радиационная защита в лучевой терапии / И. Г. Тарутин, Е. В. Титович, Г. В. Гацкевич – Минск.: Беларус. навука, 2015. – 212 с.
8. Лучевая терапия: учебник / Г. Е. Труфанов [и др.]; под ред. Г. Е. Труфанова. – М: ГЭОТАР–Медиа, 2012. – 208 с.
9. Фотина, И. Е. Основы лучевой терапии. Дистанционная радиотерапия: учеб. пособие / И. Е. Фотина. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2010. – 104 с.
10. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике: задачи и упражнения / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – М: URSS, 2017. – Вып. 1–4. – 288 с.
11. Каганов, М. И. Природа магнетизма / М. И. Каганов, В. М. Цукерник. – М.: URSS, 2018. – 198 с.
12. Блохинцев, Д. И. Теория относительности А. Эйнштейна / Д. И. Блохинцев, С. И. Драбкина. / М.: URSS, 2015. – 110 с.
13. Кадомцев, С. Б. Геометрия Лобачевского и физика / С. Б. Кадомцев. – М.: URSS, 2019. – 72 с.
14. Сазанов, А. А. Четырехмерная модель мира по Минковскому / А. А. Сазанов. – М.: URSS, 2017. – 288 с.
15. Кузнецов, Б. Г. Эволюция основных идей ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ / Б. Г. Кузнецов. – М.: URSS, 2016. – 196 с.
16. Визгин, В. П. Развитие взаимосвязи ПРИНЦИПОВ ИНВАРИАНТНОСТИ С ЗАКОНАМИ СОХРАНЕНИЯ в классической физике / В. П. Визгин. – М.: URSS, 2016. – 248 с.
17. Владимиров, Ю. С. Пространство – время: явные и скрытые размерности / Ю. С. Владимиров. – М.: URSS, 2020. – 206 с.

18. Гинзбург, В. Л. О теории относительности / В. Л. Гинзбург. – М.: URSS, 2019. – 246 с.
19. Френкель, Я. И. Теория относительности / Я. И. Френкель. – М.: URSS, 2019. – 302 с.
20. Мицкевич, Н. В. Релятивистская физика. Специальная теория относительности. Общая теория относительности / Н. В. Мицкевич. – М.: URSS, 2020. – 200 с.
21. Хокинг, С. Природа пространства и времени: геометрический образ Вселенной / С. Хокинг, Р. Пенроуз. – М.: URSS, 2018. – 192 с.
22. Памятных, Е. А. Основы специальной теории относительности и классической теории электромагнитного поля / Е. А. Памятных. – М.: URSS, 2019. – 304 с.
23. Фок, В. А. Теория Эйнштейна и физическая относительность / В. А. Фок. – М.: URSS, 2017. – 88 с.
24. Торн, К. Черные дыры и складки времени: дерзкое наследие Эйнштейна / К. Торн. – М.: URSS, 2017. – 616 с.
25. Никольский, В. В. Теория электромагнитного поля / В. В. Никольский. – М.: URSS, 2020. – 400 с.
26. Хокинг С. ТЕОРИЯ ВСЕГО. От сингулярности до бесконечности: происхождение и судьба Вселенной / С. Хокинг. – М.: URSS, 2017. – 160 с.
27. Михайлов, А. Н. Лучевые экспертные критерии качества визуализации ОЩОП / А. Н. Михайлов, И. С. Абельская, Э. Е. Малевич. – Минск: БелМАПО, 2017. – 21 с.
28. Овчинников, В. А. Основы лучевой диагностики: пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело» / В. А. Овчинников, Л. М. Губарь. – Гродно: ГрГМУ, 2016. – 406 с.
29. Мазур, В. Г. Лучевая диагностика аномалий и пороков развития пищеварительного тракта у детей / В. Г. Мазур. – СПб.: «СпецЛит», 2019. – 38 с.
30. Абельская, И. С. Монография «Ультразвуковая визуализация в маммологии» / И. С. Абельская и др. – Минск, 2018. – 108 с.
31. Сытый, Ю. В. Артериальные аневризмы головного мозга: компьютерно-томографическая ангиография: монография / Ю. В. Сытый. – Минск: «Никтаграфикс Плюс», 2019. – 160 с.
32. Михайлов, А. Н. Клинико-рентгенологическая диагностика цервикальной атаксии: научно-практическое пособие / А. Н. Михайлов, И. С. Абельская, Э. Е. Малевич, Т. Н. Лукьяненко, Н. С. Филиппович, О. В. Водянова, В. Б. Римашевский. – Минск: БелМАПО, 2020. – 31 с.

Дополнительная

1. Radiotherapy physics in practice / eds. J. R. Williams, D. I. Thwaites. – 2nd ed. – Oxford: Oxford University press., 2000. – 332 p.

2. Radiation oncology physics: a handbook for teachers and students / ed. E. B. Podgorsak. – Vienna: Intern. Atomic Energy Agency, 2005. – Chapter 15: Special Procedures and Techniques in Radiotherapy. – P. 531–545.
3. Костылев, В. А. Медико-физическая деонтология / В. А. Костылев. – М.: АМФ – Пресс, 2001. – 26 с.
4. Костылев, В. А. Медико-физическая служба. Задачи и вопросы организации / В. А. Костылев. – М.: АМФ – Пресс, 2001. – 50 с.
5. Уйба, В. В. Ультразвук в медицине: теория и применение: учебн. пособие / В. В. Уйба, Л. Н. Бежина, В. Н. Михайлов и др. – М.: МИФИ, 2006.
6. Савельев, И. В. Курс общей физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. – М.: Наука, 1982.
7. Линденбратен, Л. Д., Медицинская радиология (Основы лучевой диагностики и лучевой терапии) /Л. Д. Линденбратен, И. П. Королюк. – М.: Медицина, 2000. – 672 с.
8. Лучевая диагностика и терапия. Общая лучевая диагностика : учебник : в 2 т. / С. К. Терновой [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Т. 1. – 232 с.
9. Лучевая диагностика: учебник / Г. Е. Труфанов и др; под ред. Г. Е. Труфанова. 2013. – 496 с.: ил.
10. Климанов, В. А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии: учеб. пособие : в 2 ч. / В. А. Климанов. – М.: МИФИ, 2011. – Ч. 1. Радиобиологические основы лучевой терапии. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии пучками тормозного и гамма-излучения и электронами. – 500 с.
11. Климанов, В. А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии: учеб. пособие : в 2 ч. / В. А. Климанов. – М.: МИФИ, 2011. – Ч. 2. Лучевая терапия пучками протонов, ионов, нейтронов и пучками с модулированной интенсивностью, стереотаксис, брахитерапия, радионуклидная терапия. – 604 с.
12. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика: учеб. пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М., 2012. – 552 с.
13. Федорова, В. Н. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. Лекции и семинары: учеб. пособие / В. Н. Федорова, Л. А. Степанова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 624 с.

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.	<p>В основной список литературы включить</p> <p>1. Овчинников, В.А. Основы лучевой диагностики: пособие для студентов учреждений высшего образования / В.А. Овчинников, Л.М. Губарь. – Гродно: ГрГМУ, 2016. – 406 с.</p> <p>2. Мазур, В.Г. Лучевая диагностика аномалий и пороков развития пищеварительного тракта у детей / В.Г.Мазур. – СПб.: «Спецлит», 2019. – 38 с.</p>	

2.	<p align="center">Из основного списка литературы перенести в дополнительный</p> <p>1. Костылев, В. А. Медицинская физика / В. А. Костылев, Б. Я. Наркевич. – М.: Медицина, 2008. – 435 с.</p> <p>2. Титович, Е.В. Методы дозиметрического сопровождения высокотехнологичной лучевой терапии. Инструкция по применению / Е.В. Титович, И.Г.Тарутин, Г.В. Ганцевич. – Минск, 2014. – 45 с.</p> <p>3. Тарутин И. Г., Применение линейных ускорителей электронов в высокотехнологичной лучевой терапии / И. Г. Тарутин, Е. В. Титович. – Минск: Беларус. Навука, 2014. – 174 с.</p> <p>4. Количественный анализ повреждений здоровых органов и тканей при проведении лучевой терапии злокачественных новообразований (проект QUANTEC): пер. с англ. / под общ. ред. С. И. Ткачева и Т. Г. Ратнер. – М.: АМФР, 2015. – 250 с.</p> <p>5. Тарутин, И. Г. Радиационная защита в лучевой терапии / И. Г. Тарутин, Е. В. Титович, Г. В. Гацкевич. – Минск: Беларус. навука, 2015. – 212 с.</p> <p>6. Лучевая терапия: учебник / Г. Е. Труфанов [и др.]; под ред. Г. Е. Труфанова. – М: ГЭОТАР – Медиа, 2012. – 208 с.</p> <p>7. Фотина, И. Е. Основы лучевой терапии. Дистанционная радиотерапия; учеб. пособие / И. Е. Фотина. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2010. – 104 с.</p> <p>8. Блохинцев, Д. И. Теория относительности А. Эйнштейна / Д. И. Блохинцев, С. И. Дробркина. – М.: URSS, 2015. – 110 с.</p>	
----	---	--

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.	<p style="text-align: center;">В основной список литературы включить</p> <p>1. Китаев, В. М. Лучевая диагностика заболеваний головного мозга / В. М. Китаев. – М. : МЕДпресс-информ, 2018. – 136 с.</p> <p>2. Лучевая диагностика : учебник / Г. Е. Труфанов [и др.] ; под. ред. Г. Е. Труфанова. – 3-е изд., испр. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 444 с.</p> <p>3.</p>	
2.	<p style="text-align: center;">Из основного списка литературы перенести в дополнительный</p> <p>1. Визгин, В. П. Развитие взаимосвязи принципов инвариантности с законами сохранения в классической физике / В. П. Визгин. – М. : URSS, 2016. – 248 с.</p> <p>2. Высокотехнологическая лучевая терапия: сборник нормативных документов. – Минск: Беларус. навука, 2016. – 163 с.</p> <p>3. Демешко, П. Д. Лучевая диагностика и лучевая терапия рака предстательной железы / П. Д. Демешко, С. А. Красный, Е. А. Леусик. – Минск : Бизнессофсет, 2016 – 159 с.</p> <p>4. Кузнецов, Б. Г. Эволюция основных идей электродинамики / Б. Г. Кузнецов. – М. : URSS, 2016. – 196 с.</p> <p>5. Овчинников, В. А. Основы лучевой диагностики : пособие для студентов учреждений высшего образования/ В. А. Овчинников, Л. М. Губарь. – Гродно : ГрГМУ, 2016. – 406 с.</p>	

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