

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

## **ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

для направления подготовки

03.03.02 Физика

образовательная программа

«Ядерно-физические технологии в медицине»

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цель изучения дисциплины:**

получение знаний об основах медицинской электроники и измерительных преобразователях.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

- способность проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно-технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта (ТФ В/02.6 Проф. стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 №121н).

### **Задачи изучения дисциплины:**

- обучение принципам работы медицинской электроники и измерительных преобразователей и роли медицинского физика в ней;
- овладение знаниями о медицинской аппаратуре, усилителях и генераторах электрических сигналов, цифровых логических и запоминающих устройствах, измерительных преобразователях;
- овладение навыком использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах;
- овладение навыком проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно-технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА**

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, и относится к общепрофессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Анатомия и физиология человека
- Введение в специальность
- Дифференциальные и интегральные уравнения
- Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений
- Иностранный язык
- Математический анализ
- Программирование и моделирование
- Радиобиология
- Уравнения математической физики
- Ядерная физика

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Медицинские установки и детекторы излучений

- Математические методы моделирования в биологии и медицине
- Научно-исследовательская работа
- Обработка экспериментальных данных в медицине

Дисциплина изучается на III курсе в VI семестре.

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<b>Коды компетенций</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 – Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. У-УКЕ-1 – Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи. В-УКЕ-1 – Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.
ПК-3	Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно-технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта	З-ПК-3 – Знать: основные методологические теории и принципы современной науки, логические методы и приемы научного исследования, информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования. У-ПК-3 – Уметь: осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы. В-ПК-3 – Владеть: методами научного поиска и интеллектуального анализа научно-технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников при решении задач.

### **4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ**

Не требуется

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Вид работы	Количество часов на вид работы
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>64</b>
В том числе:	
<i>лекции</i>	16
<i>практические занятия</i>	48
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>
В том числе:	
<i>экзамен</i>	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>44</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>144</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>4</b>

**6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

Недел я	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-6	<b>1. Медицинская аппаратура</b>	<b>4</b>	<b>12</b>			<b>12</b>
1-2	1.1. Основные классы медицинской аппаратуры	2	4			4
3-4	1.2. Основные узлы медицинской аппаратуры на примере электрокардиографа	1	4			4
5-6	1.3. Пассивные и активные элементы	1	4			4
7-10	<b>2. Усилители и генераторы электрических сигналов</b>	<b>4</b>	<b>12</b>			<b>10</b>
7-8	2.1. Электронные усилители электрических сигналов	2	6			6
9-10	2.2. Генераторы	2	6			4
11-16	<b>3. Цифровые логические и запоминающие устройства</b>	<b>4</b>	<b>12</b>			<b>12</b>
11-12	3.1. Цифровые логические устройства	1	4			4
13-14	3.2. Запоминающие устройства	1	4			4
15-16	3.3. Программируемые логические интегральные схемы	2	4			4
17-20	<b>4. Измерительные преобразователи</b>	<b>4</b>	<b>12</b>			<b>10</b>
17-18	4.1. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые	2	6			6

	преобразователи					
19-20	4.2. Принципы действия измерительных преобразователей и их виды	2	6			4
	<b>Всего:</b>	<b>16</b>	<b>48</b>			<b>44</b>

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-6	<b>1. Медицинская аппаратура</b>	
1-2	1.1. Основные классы медицинской аппаратуры	Предмет медицинская электроника. Классификация медицинской аппаратуры. Диагностическая аппаратура. Физиотерапевтические приборы. Терапевтическая аппаратура по областям медицины. Хирургическая электронная аппаратура. Стерилизационное оборудование.
3-4	1.2. Основные узлы медицинской аппаратуры на примере электрокардиографа	Общая схема съема, обработки и регистрации медико-биологической информации. Обобщенная структурная схема медицинского электронного прибора (комплекса).
5-6	1.3. Пассивные и активные элементы	Условное графическое обозначение. Признак активного элемента. Базовые пассивные компоненты. Параллельное и последовательное соединение элементов. Базовые соотношения для линейных электрических цепей. Согласование сопротивлений, импеданс.
7-10	<b>2. Усилители и генераторы электрических сигналов</b>	
7-8	2.1. Электронные усилители электрических сигналов	Классификация усилителей. Основные характеристики и параметры усилителей. Обратная связь в усилителях. Операционный усилитель. Активные фильтры.
9-10	2.2. Генераторы	Условия возникновения колебаний. Режимы работы генератора. Генераторы с RC-фазосдвигающими цепочками. Мост Вина. Генераторы импульсов.
11-16	<b>3. Цифровые логические и запоминающие устройства</b>	
11-12	3.1. Цифровые логические устройства	Цифровые сигналы. Элементы цифровой логики. Примеры применения логических элементов. Комбинационные и последовательностные логические устройства.
13-14	3.2. Запоминающие устройства	Классификация запоминающих устройств (ЗУ). Структурная схема и условное графическое обозначение ЗУ. Постоянные запоминающие устройства. Flash-память. Построение плат памяти.
15-16	3.3. Программируемые логические	Классификация ПЛИС по структурному признаку.

	интегральные схемы	Упрощенное изображение схем. Программируемые логические матрицы. Программируемые аналоговые интегральные схемы.
17-20	<b>4. Измерительные преобразователи</b>	
17-18	4.1. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	Дискретизация и квантование непрерывного сигнала. Структурная схема ЦАП. Параметры ЦАП, АЦП. Типы АЦП. Сигма-дельта АЦП
19-20	4.2. Принципы действия измерительных преобразователей и их виды	Электростатические преобразователи. Электромагнитные преобразователи. Электромеханические преобразователи. Ионизационные преобразователи. Фотоэлектрические преобразователи. Резистивные преобразователи. Полупроводниковые преобразователи. Термоэлектрические преобразователи.

### *Практические занятия*

Неделя	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-6	<b>1. Медицинская аппаратура</b>	
1-2	1.1. Основные классы медицинской аппаратуры	Предмет медицинской электроники. Классификация медицинской аппаратуры. Диагностическая аппаратура. Физиотерапевтические приборы. Терапевтическая аппаратура по областям медицины. Хирургическая электронная аппаратура. Стерилизационное оборудование.
3-4	1.2. Основные узлы медицинской аппаратуры на примере электрокардиографа	Общая схема съема, обработки и регистрации медико-биологической информации. Обобщенная структурная схема медицинского электронного прибора (комплекса).
5-6	1.3. Пассивные и активные элементы	Условное графическое обозначение. Признак активного элемента. Базовые пассивные компоненты. Параллельное и последовательное соединение элементов. Базовые соотношения для линейных электрических цепей. Согласование сопротивлений, импеданс.
7-10	<b>2. Усилители и генераторы электрических сигналов</b>	
7-8	2.1. Электронные усилители электрических сигналов	Классификация усилителей. Основные характеристики и параметры усилителей. Обратная связь в усилителях. Операционный усилитель. Активные фильтры.
9-10	2.2. Генераторы	Условия возникновения колебаний. Режимы работы генератора. Генераторы с RC-фазосдвигающими цепочками. Мост Вина. Генераторы импульсов.
11-16	<b>3. Цифровые логические и запоминающие устройства</b>	

11-12	3.1. Цифровые логические устройства	Цифровые сигналы. Элементы цифровой логики Примеры применения логических элементов. Комбинационные и последовательностные логические устройства.
13-14	3.2. Запоминающие устройства	Классификация запоминающих устройств (ЗУ). Структурная схема и условное графическое обозначение ЗУ. Постоянные запоминающие устройства. Flash-память. Построение плат памяти.
15-16	3.3. Программируемые логические интегральные схемы	Классификация ПЛИС по структурному признаку. Упрощенное изображение схем. Программируемые логические матрицы. Программируемые аналоговые интегральные схемы.
17-20	<b>4. Измерительные преобразователи</b>	
17-18	4.1. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	Дискретизация и квантование непрерывного сигнала. Структурная схема ЦАП. Параметры ЦАП, АЦП. Типы АЦП. Сигма-дельта АЦП
19-20	4.2. Принципы действия измерительных преобразователей и их виды	Электростатические преобразователи. Электромагнитные преобразователи. Электромеханические преобразователи. Ионизационные преобразователи. Фотоэлектрические преобразователи. Резистивные преобразователи. Полупроводниковые преобразователи. Термоэлектрические преобразователи.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» утвержденные на заседании отделения биотехнологий, протокол № 11 от «07» июня 2021 г.;
2. Методические рекомендации по преподаванию дисциплины «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» утвержденные на заседании отделения биотехнологий, протокол № 11 от «07» июня 2021 г.;
3. Методические указания к самостоятельной работе студента по оформлению рефератов по дисциплине «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» утвержденные на заседании отделения биотехнологий, протокол № 11 от «07» июня 2021 г.;
4. Методические рекомендации «Словарь терминов по учебной дисциплине «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» утвержденные на заседании отделения биотехнологий, протокол № 11 от «07» июня 2021 г.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
-------	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

			текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущая аттестация</b>			
1.	Раздел 1. Медицинская аппаратура	<p><b>УКЕ-1</b> - Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах:  З-УКЕ-1 – Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.  У-УКЕ-1 – Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи.  В-УКЕ-1 – Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.</p> <p><b>ПК-3</b> - Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно- технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта:  З-ПК-3 – Знать: основные методологические теории и принципы современной науки, логические методы и приемы научного исследования, информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.  У-ПК-3 – Уметь: осуществлять сбор и анализ научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы.  В-ПК-3 – Владеть: методами научного поиска и интеллектуального анализа научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников при решении задач.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дискуссия;</li> <li>- домашнее задание;</li> <li>- задача;</li> <li>- контрольная работа;</li> <li>- доклад;</li> <li>- презентация;</li> <li>- реферат</li> </ul>



2.	Раздел 2. Усилители и генераторы электрических сигналов	<p><b>УКЕ-1</b> - Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах:</p> <p>З-УКЕ-1 – Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>У-УКЕ-1 – Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи.</p> <p>В-УКЕ-1 – Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.</p> <p><b>ПК-3</b> - Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно- технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта:</p> <p>З-ПК-3 – Знать: основные методологические теории и принципы современной науки, логические методы и приемы научного исследования, информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.</p> <p>У-ПК-3 – Уметь: осуществлять сбор и анализ научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы.</p> <p>В-ПК-3 – Владеть: методами научного поиска и интеллектуального анализа научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников при решении задач.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дискуссия;</li> <li>- домашнее задание;</li> <li>- задача;</li> <li>- контрольная работа;</li> <li>- доклад;</li> <li>- презентация;</li> <li>- реферат</li> </ul>
3.	Раздел 3. Цифровые логические и запоминающие устройства	<p><b>УКЕ-1</b> - Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дискуссия;</li> <li>- домашнее задание;</li> <li>- задача;</li> <li>- контрольная</li> </ul>

		<p>поставленных задачах:</p> <p><b>З-УКЕ-1</b> – Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p><b>У-УКЕ-1</b> – Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи.</p> <p><b>В-УКЕ-1</b> – Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.</p> <p><b>ПК-3</b> - Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно- технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта:</p> <p><b>З-ПК-3</b> – Знать: основные методологические теории и принципы современной науки, логические методы и приемы научного исследования, информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.</p> <p><b>У-ПК-3</b> – Уметь: осуществлять сбор и анализ научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы.</p> <p><b>В-ПК-3</b> – Владеть: методами научного поиска и интеллектуального анализа научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников при решении задач.</p>	<p>работа;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- доклад;</li> <li>- презентация;</li> <li>- реферат</li> </ul>	
4.	Раздел 4. Измерительные преобразователи	<p><b>УКЕ-1</b> - Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах:</p> <p><b>З-УКЕ-1</b> – Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дискуссия;</li> <li>- домашнее задание;</li> <li>- задача;</li> <li>- контрольная работа;</li> <li>- доклад;</li> <li>- презентация;</li> <li>- реферат</li> </ul>	

		<p>исследования.</p> <p>У-УКЕ-1 – Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи.</p> <p>В-УКЕ-1 – Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.</p> <p><b>ПК-3</b> - Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно- технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта:</p> <p>З-ПК-3 – Знать: основные методологические теории и принципы современной науки, логические методы и приемы научного исследования, информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.</p> <p>У-ПК-3 – Уметь: осуществлять сбор и анализ научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы.</p> <p>В-ПК-3 – Владеть: методами научного поиска и интеллектуального анализа научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников при решении задач.</p>		
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	Экзамен	<p><b>УКЕ-1</b> - Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах:</p> <p>З-УКЕ-1 – Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>У-УКЕ-1 – Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные</p>	<p>- задание;</p> <p>- контроль по итогам;</p> <p>- тестирование</p>	

		<p>числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи.</p> <p><b>В-УКЕ-1</b> – Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.</p> <p><b>ПК-3</b> - Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно- технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта:</p> <p><b>З-ПК-3</b> – Знать: основные методологические теории и принципы современной науки, логические методы и приемы научного исследования, информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.</p> <p><b>У-ПК-3</b> – Уметь: осуществлять сбор и анализ научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы.</p> <p><b>В-ПК-3</b> – Владеть: методами научного поиска и интеллектуального анализа научно- технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников при решении задач.</p>	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

## 8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
<i>контрольная работа</i>		6 (60% от 10)	10
<i>задача</i>		6 (60% от 10)	10
<i>тестирование</i>		6 (60% от 10)	10
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
<i>контрольная работа</i>		9 (60% от 15)	15
<i>реферат</i>		9 (60% от 15)	15
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – 60% от максимума</b>	<b>40</b>
<b>Экзамен</b>	<b>-</b>	<b>24 (60% от 40)</b>	<b>40</b>
<i>задание</i>	-	9 (60% от 15)	15
<i>контроль по итогам</i>	-	9 (60% от 15)	15
<i>тестирование</i>	-	6 (60% от 10)	10
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

#### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации.

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
<b>90-100</b>	5 - «отлично»/«зачтено»	<b>A</b>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный

			материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/«зачтено»	<b>B</b>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		<b>C</b>	
<b>70-74</b>		<b>D</b>	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/«зачтено»	<b>E</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
<b>60-64</b>			
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/«не зачтено»	<b>F</b>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная учебная литература:

1. Левшина Е.С., Новицкий Л.В. Электрические измерения физических величин: (измерительные преобразователи). Уч. пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд., 1983. – 320 с.
2. Медицинская аппаратура. Полный справочник. – М: Эксмо, 2007. – 608 с.
3. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения: Пер. с англ./ Кромвелл Л., Ардитти М., Вейбекх Ф.и др.; Пер. под ред. Р.И. Утямышева. – М.: Радио и связь, 1981. – 344 с.
4. Орлов Ю.Н. Проектирование медицинских измерительных преобразователей : учеб. пособие. – Ч.1: Фундаментальные свойства живого / Ю.Н. Орлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 81 с.

5. Орлов Ю.Н. Проектирование медицинских измерительных преобразователей : учеб. пособие. – Ч.2: Измерительные преобразователи электрических полей живого (биоэлектрические электроды) для диапазона крайне низких и низких частот / Ю.Н. Орлов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 84 с.
6. Радиоэлектроника в биофизике. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 105 с.
7. Чижма С.Н. Электроника и микросхемотехника: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Маршрут, 2008. – 638с.

**б) дополнительная учебная литература:**

1. Бамбер Дж., Тристам М., Лич М. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т. 2: Пер. с англ./Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991. – 408 с.
2. Бекман И.Н. Ядерная медицина: физические и химические основы : учебник для бакалавриата и магистратуры / И.Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 400 с.
3. Беляев В.Н. Физика ядерной медицины [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.Н. Беляев, В.А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.2: Позитронно-эмиссионные сканеры, реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной томографии, комбинированные системы ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/ПЭТ, кинетика радиофармпрепаратов, радионуклидная терапия, внутренняя дозиметрия, радиационная безопасность. - [Б. м.], 2012. – 248 с. - Текст: электронный // URL: [http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMERNI&PATH=book-mephi%2FBelyaev\\_Fizika\\_yadernoj\\_mediciny\\_Ch.2\\_Uchebnoe\\_posobie\\_2012.pdf](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMERNI&PATH=book-mephi%2FBelyaev_Fizika_yadernoj_mediciny_Ch.2_Uchebnoe_posobie_2012.pdf)
4. Вебстер Дж. Г., Камышко И.В., Калашник Д.А. Медицинские приборы [Текст]: Разработка и применение. - М.: Медицинская книга, 2004. - 704 с.
5. Зубков Ю.Н. Лекции по медицинской физике : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Зубков. – Ульяновск: УлГУ, 2011. – 285 с.
6. Калантаров К.Д., Калашников С.Д., Костылев В.А. Аппаратура и методики радионуклидной диагностики в медицине. – М.: ЗАО «ВНИИМП-ВИТА», 2002. – 122 с.
7. Климанов В.А. Радиационная дозиметрия [Электронный ресурс]: монография / В.А. Климанов, Е. А. Крамер-Агеев, В.В. Смирнов; ред. В.А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2014. – 648 с. - Текст: электронный // URL: [http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=1760A4E9E1NP2M0T5I117&PATH=book-mephi%2FKlimanov\\_Radiatsionnaya\\_dozimetriya\\_2014.pdf](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=1760A4E9E1NP2M0T5I117&PATH=book-mephi%2FKlimanov_Radiatsionnaya_dozimetriya_2014.pdf)
8. Климанов В.А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии [Электронный ресурс] / В. А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.1: Радиобиологические основы лучевой терапии. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование дистанционной лучевой терапии пучками тормозного и гамма-излучения и электронами: учебное пособие для вузов. - [Б. м.], 2011. - 500 с. - Текст: электронный // URL: [http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMERNI&PATH=book-mephi%2FKlimanov\\_Radiobiologicheskoe\\_i\\_dozimetricheskoe\\_planirov.Ch.1\\_2011.pdf](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMERNI&PATH=book-mephi%2FKlimanov_Radiobiologicheskoe_i_dozimetricheskoe_planirov.Ch.1_2011.pdf)
9. Климанов В.А. Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии [Электронный ресурс] / В. А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.2: Лучевая терапия пучками протонов, ионов, нейтронов и пучками с модулированной интенсивностью, стереотаксис, брахитерапия, радионуклидная терапия, оптимизация, гарантия качества: учебное пособие для вузов. - [Б. м.], 2011. – 604 с. - Текст: электронный // URL: [http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMERNI&PATH=book-mephi%2FKlimanov\\_Radiobiologicheskoe\\_i\\_dozimetricheskoe\\_planirov.Ch.2\\_2011.pdf](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=IATEMERNI&PATH=book-mephi%2FKlimanov_Radiobiologicheskoe_i_dozimetricheskoe_planirov.Ch.2_2011.pdf)

10. Климанов В.А. Физика ядерной медицины [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.А. Климанов. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.1: Физический фундамент ядерной медицины, устройство и основные характеристики гамма-камер и коллиматоров-излучения, однофотонная эмиссионная томография, реконструкция и распределений активности радионуклидов в организме человека, получение радионуклидов. - [Б. м.], 2012. – 308 с. - Текст: электронный // URL: [http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=ИАТЕМ&EPHI&PATH=book-mephi%2FKlimanov\\_Fizika\\_yadernoj\\_meditsiny\\_Ch.1\\_2012.pdf](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=ИАТЕМ&EPHI&PATH=book-mephi%2FKlimanov_Fizika_yadernoj_meditsiny_Ch.1_2012.pdf)
11. Королук, И.П. Беседы о ядерной медицине [Текст] / И.П. Королук, А.Ф. Цыб. - М.: Молодая гвардия, 1988. - 192 с.
12. Костылев В.А., Наркевич Б.Я. Медицинская физика – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2008. – 464 с.
13. Кузьмина, Н.Б. Что такое ядерная медицина? [Электронный ресурс] / Н.Б. Кузьмина. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. – 32 с. - Текст: электронный // URL: [http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=ИАТЕМ&EPHI&PATH=book-mephi%2FKuzmina%2C\\_Chto\\_takoe\\_yadernaya\\_medecina\\_20112.pdf](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=ИАТЭ+НИЯУ+МИФИ&Z21ID=ИАТЕМ&EPHI&PATH=book-mephi%2FKuzmina%2C_Chto_takoe_yadernaya_medecina_20112.pdf)
14. Лещенко В.Г. Медицинская и биологическая физика: учеб. пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 552 с.
15. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 132 с.
16. Матусевич Е.С., Манохин В.Н. Источники ионизирующего излучения для ядерной медицины : учебное пособие. – Обнинск: ФЭИ, 2010. – 159 с.
17. Наркевич, Б.Я. Физические основы ядерной медицины [Текст]: учебное пособие / Б.Я. Наркевич, В.А. Костылев. - Москва: АМФ-Пресс, 2001. - 59 с.
18. Паркер, Р. Основы ядерной медицины [Текст] / Паркер Р., Смит П., Тейлор Д. - М.: Энергоиздат, 1981. - 304 с.
19. Ратнер Т.Г., Лютова Н.А. Клиническая дозиметрия. Теоретические основы и практическое применение. - М.: «Весть», 2006. - 268 с.
20. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М.: Дрофа, 2003. – 560 с.
21. Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика: Учебник Т.1. / под ред. Труфанова Г.Е. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 416 с.
22. Труфанов Г.Е. Лучевая терапия: учебник / [Г.Е. Труфанов, М.А. Асатурян, Г.М. Жаринов, В.Н. Малаховский]; под ред. Г.Е. Труфанова – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 208 с.
23. Улин С.Е., Михайлов В.Н., Никитаев В.Г. и др. Физические методы медицинской интроскопии : учебное пособие. – М.: МИФИ, 2009. – 308 с.
24. Уэбб С., Данс Д., Эванс С. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т. 1: Пер. с англ./Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991. – 408 с.
25. Федорова В.Н., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. Лекции и семинары: учебное пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 624 с.
26. Цыб А.Ф., Ульяненко С.Е., Мардынский Ю.С. Нейтроны в лечении злокачественных новообразований: научно-методическое пособие. – Обнинск: БИСТ, 2003. - 112 с.
27. Черняев, А.П. Ядерно-физические методы в медицине [Текст]: учеб. пособие / А.П. Черняев; МГУ им. М. В. Ломоносова; НИИ ЯФ им. Д.В. Скобельцына. - Москва: КДУ; Университетская книга, 2016. – 190 с.
28. Hendee William R., Ritenour Russell E. Medical Imaging Physics. Fourth edition by Wiley-Liss, Inc., New York, 2002. – 513 p.
29. Hornak Joseph P. The Basics of MRI. - Текст: электронный // URL: <https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/>.



30. Wernick Miles N., Aarsvold John N. Emission tomography. The Fundamentals of PET and SPECT. Elsevier Academic Press, San Diego, California, USA, 2004. – 576 p.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Медицинская физика - электронный журнал [Официальный сайт]. — URL: <http://medphys.amphr.ru/>
2. BioMed Central (BMC) - научное издательство [Официальный сайт]. — URL: <https://www.biomedcentral.com/>
3. eLibrary.Ru - российская научная электронная библиотека, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) [Официальный сайт]. — URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Elsevier Science - научное издательство [Официальный сайт]. — URL: <https://www.elsevier.com/>, <https://elsevierscience.ru/>
5. Frontiers - научное издательство [Официальный сайт]. — URL: <https://www.frontiersin.org/>
6. Health Physics - журнал [Официальный сайт]. — URL: <https://journals.lww.com/health-physics/pages/default.aspx>
7. Journal of Medical Physics - журнал [Официальный сайт]. — URL: <https://www.jmp.org.in/>
8. Medical Physics - международный научный журнал [Официальный сайт]. — URL: <https://www.medphys.org/>
9. Physics in Medicine and Biology - журнал [Официальный сайт]. — URL: <https://iopscience.iop.org/journal/0031-9155>
10. PubMed - англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций [Официальный сайт]. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
11. ScienceDirect - база научных публикаций [Официальный сайт]. — URL: <https://www.sciencedirect.com/>
12. Scopus - крупнейшая международная единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы [Официальный сайт]. — URL: <https://www.scopus.com/>
13. Springer - международное научное издательство [Официальный сайт]. — URL: <https://www.springer.com/gp>, <https://link.springer.com/>
14. Web of Science – одна из ведущих международных баз данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы [Официальный сайт]. — URL: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>
15. World Nuclear Association - Всемирная ядерная ассоциация [Официальный сайт]. — URL: <https://www.world-nuclear.org/>

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины – комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющий обучающимся оптимальным образом организовать процесс изучения как теоретического учебного материала дисциплины, так и подготовки к практическим занятиям, в том числе проводимым с использованием активных и интерактивных технологий обучения.

Методические указания приведены в Приложениях:

1. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Медицинская электроника и измерительные преобразователи»;
2. Методические рекомендации по преподаванию дисциплины «Медицинская электроника и измерительные преобразователи»;

3. Методические указания к самостоятельной работе студента по оформлению рефератов по дисциплине «Медицинская электроника и измерительные преобразователи»;
4. Методические рекомендации «Словарь терминов по учебной дисциплине «Медицинская электроника и измерительные преобразователи».

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- создание и управление классами;
- создание курсов;
- организация записи учащихся на курс;
- предоставление доступа к учебным материалам для учащихся;
- публикация заданий для учеников;
- оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения;
- организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### **12.1. Перечень информационных технологий:**

- использование компьютерного тестирования по итогам изучения разделов дисциплины;
- проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной образовательной среды;
- использование электронных презентаций при проведении практических занятий;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- использование текстового редактора NoteBook (Блокнот).

### **12.2. Перечень программного обеспечения:**

- компьютерная контрольно-обучающая тестовая программа с открытой лицензией (оболочка MyTestX);
- лицензированная контрольно-обучающая тестовая программа с возможностью использования on-line «Indigo»;
- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель Windows Media Player);
- текстовый редактор Microsoft Word;
- табличный редактор Microsoft Excel;
- редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- текстовый редактор NoteBook (Блокнот);

- браузер – Google Chrome.

### 12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс, <http://www.consultant.ru/> (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK);
- 3) электронно-библиотечная система «Айбукс», <https://ibooks.ru/>;
- 4) электронно-библиотечная система издательства «Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 5) электронно-библиотечная система «Юрайт», <https://urait.ru/>;
- 6) базы данных электронной библиотечной системы «Консультант студента», <https://www.studentlibrary.ru/>;
- 7) электронно-библиотечная система BOOK.ru, <https://book.ru/>;
- 8) базовая версия электронно-библиотечной системы IPRbooks, <https://iprbooks.ru/>;
- 9) научная электронная библиотека eLIBRARY, <https://www.elibrary.ru/>.

### 13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### *Оснащение лекционных занятий:*

- компьютер Карин7-E7500 INTEL PENTIUM E7500 (3 шт.);
- телевизор LED: LCD Samsung LE46D550K1W 46" (116 см) (1 шт.);
- ноутбук Asus F3Q00Jr T2130 15.4" WXGA (1 шт.);
- проектор ACER P5290 (1 шт.);
- видеолекции и лекции в форме мультимедийных презентации по дисциплине, компьютерные тестирующие программы для промежуточного и итогового контроля знаний, учебные фильмы.

#### *Оснащение практических занятий:*

Лаборатория медицинской радиационной физики отдела радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России:

- помещение №108 (установка для нейтронной терапии на базе генератора НГ-14 (операторская));
- помещение №109 (комплекс протонной терапии «Прометеус» (операторская), оборудование для ежедневного контроля IMRT полей и контроля качества терапевтического пучка линейных ускорителей);
- аудитория №201 (зал для проведения конференций);
- аудитория №205 (учебный класс).

Лаборатория разработки и эксплуатации облучающей техники отдела радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России:

- помещение №108 (установка для нейтронной терапии на базе генератора НГ-14 (нейтронный каньон));
- помещение №109 (комплекс протонной терапии «Прометеус» (синхротронный зал), комплект дозиметрического оборудования производства PTW Freiburg, Германия);
- помещение №311а (ускоритель электронов «NOVAC-11» (ускорительный зал));
- аудитория №201 (зал для проведения конференций);
- аудитория №205 (учебный класс).

Отделение клинической дозиметрии и топометрии МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России:

- конференц зал рентгенологического корпуса;
- здание №4:
  - симулятор Philips SLS,
  - аппарат для брахитерапии Gamma med +,
  - ускоритель Elekta Synergy S,
  - ускоритель Philips Sl 20,
  - ускоритель PhilipsSl 75,
  - гамма-терапевтический аппарат Terabalt.

Отделение компьютерной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России:

- компьютерный томограф Siemens Somatom Sensation Open,
- компьютерный томограф Siemens Somatom Emotion 6,
- компьютерный томограф GE Optima CT660.

Отделение рентгенодиагностики МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России:

- аппарат рентгеновский Siemens Axiom Iconos R200 – 2 шт.,
- аппарат рентгеновский мобильный Siemens Siremobil,
- аппарат рентгеновский Philips Compact-Diagnost,
- аппарат рентгеновский Siemens Axiom Aristos,
- аппарат рентгеновский маммографический Siemens Mammomat Inspiration,
- аппарат рентгеновский маммографический Mammo-MT.

Отделение магнитно-резонансной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России:

- магнитно-резонансный томограф Siemens Magnetom Symphony 1.5,
- магнитно-резонансный томограф Philips Ingenia 1.5.

## 14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

### 14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид занятий (лекции, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
-------	---------------------------------	--------------------------------------------	-------------------	---------------------------------------------------------------

1.	Раздел 1. Медицинская аппаратура	лекции	4	- демонстрация таблиц, слайдов, специализированных профессиональных изображений, инструментов и аппаратов; - показ учебных видеоматериалов
		практические занятия	12	- участие в научных конференциях; - реферативная работа; - ситуационные задачи, кейсы, деловая игра; - компьютерные симуляции; - дискуссия по теме занятия; - тренинговые формы проведения практических занятий
2.	Раздел 2. Усилители и генераторы электрических сигналов	лекции	4	- демонстрация таблиц, слайдов, специализированных профессиональных изображений, инструментов и аппаратов; - показ учебных видеоматериалов
		практические занятия	12	- участие в научных конференциях; - реферативная работа; - ситуационные задачи, кейсы, деловая игра; - компьютерные симуляции; - дискуссия по теме занятия; - тренинговые формы проведения практических занятий
3.	Раздел 3. Цифровые логические и запоминающие устройства	лекции	4	- демонстрация таблиц, слайдов, специализированных профессиональных изображений, инструментов и аппаратов; - показ учебных видеоматериалов
		практические занятия	12	- участие в научных конференциях; - реферативная работа; - ситуационные задачи, кейсы, деловая игра; - компьютерные симуляции; - дискуссия по теме занятия; - тренинговые формы проведения практических занятий
4.	Раздел 4. Измерительные преобразователи	лекции	4	- демонстрация таблиц, слайдов, специализированных профессиональных изображений, инструментов и аппаратов; - показ учебных видеоматериалов
		практические занятия	12	- участие в научных конференциях; - реферативная работа; - ситуационные задачи, кейсы, деловая игра; - компьютерные симуляции; - дискуссия по теме занятия; - тренинговые формы проведения практических занятий

**14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)**

<b>№ п/п</b>	<b>Разделы дисциплины</b>	<b>Тема, выносимая для самостоятельного изучения</b>	<b>Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя</b>	<b>Количество ак. ч.</b>
1.	<b>Раздел 1. Медицинская аппаратура</b>	1.1. Основные классы медицинской аппаратуры	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4
2.		1.2. Основные узлы медицинской аппаратуры на примере электрокардиографа	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4
3.		1.3. Пассивные и активные элементы	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4
4.	<b>Раздел 2. Усилители и генераторы электрических сигналов</b>	2.1. Электронные усилители электрических сигналов	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	6
5.		2.2. Генераторы	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4
6.	<b>Раздел 3. Цифровые логические и запоминающие устройства</b>	3.1. Цифровые логические устройства	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4

7.		3.2. Запоминающие устройства	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4
8.		3.3. Программируемые логические интегральные схемы	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4
9.	<b>Раздел 4. Измерительные преобразователи</b>	4.1. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	6
10.		4.2. Принципы действия измерительных преобразователей и их виды	- работа в отделе радиационной биофизики МРНЦ им. А.Ф. Цыба; - участие в научных конференциях; - работа с технической и научной документацией; - реферативная работа	4

## 15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть представлен в письменной форме (в виде реферата). При этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры

(наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете/экзамене может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата). При этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета/экзамена может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета/экзамена. В таком случае зачет/экзамен сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

#### **Программу составила:**

Ю.А. Беликова – ведущий инженер Центра биотехнологий

#### **Рецензент:**

А.А. Котляров – начальник отделения биотехнологий, доктор медицинских наук, профессор




## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа рассмотрена на заседании отделения биотехнологий (протокол № ____ от «__»____20__ г.)	Руководитель образовательной программы «Ядерно-физические технологии в медицине» направления подготовки 03.03.02 «Физика» «__»____20__ г. _____ А.А. Котляров  Начальник отделения биотехнологий «__»____20__ г. _____ А.А. Котляров
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины разработана в отделении биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

<p>Рассмотрена на заседании отделения биотехнологий и рекомендована к одобрению Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ</p> <p>(протокол № <u>9/1</u> от «<u>21</u>» <u>04</u> 20<u>23</u>г.)</p>	<p>Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ</p> <p> А.А. Котляров</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------