

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Техническая физика»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

*А.А. Евсиков*

/Евсиков А.А./

подпись

Фамилия И.О.

30 » 06 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Ядерная медицина

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования

бакалавриат

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

Форма обучения

очная

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2021

Автор(ы) программы:

Соколов А.А., профессор кафедры «Техническая физика», д.ф.-м.н.,  
кафедра «Технической физики»



Ющенко О.П., профессор кафедры «Техническая физика», д.ф.-м.н.,  
кафедра «Технической физики»

*Фамилия И.О., должность, ученая степень (при наличии),  
ученое звание (при наличии), кафедра;*

  
подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
подготовки высшего образования

03.03.02 Физика

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Техническая физика»  
*(название кафедры)*

Протокол заседания № 3 от «26» июня 2021 г.

И.о. зав. кафедрой технической физики

  
*(подпись)*

/Соколов А.А./

Эксперт

*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;  
подпись, заверенная по месту работы)*

## Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля) .....	4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП .....	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине .....	5
5 Объем дисциплины .....	5
6 Содержание дисциплины .....	6
очная форма обучения .....	6
7 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине .....	10
8 Фонды оценочных средств по дисциплине .....	10
9 Ресурсное обеспечение .....	10
Приложение к рабочей программе дисциплины .....	14

### 1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Ядерная медицина» является изучение вопросов взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, радиационной защиты и дозиметрии.

В ходе достижения цели решаются следующие основные задачи:

- Изучение физических принципов взаимодействия излучений с биологическими тканями и соответствующих методик постановок опытов и измерений.
- Изучение методов использования ионизирующих излучений в медицине.
- Изучение методов радионуклидной визуализации.
- изучение современных аппаратных средств ядерной медицины
- Приобретение навыков расчета последствий облучений и защиты от ионизирующих излучений.

### 2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- законодательная и нормативная база, этические правовые аспекты в области ядерной медицины и обеспечение радиационной безопасности;
- аппаратура для лучевой диагностики в терапии;
- радиологические методы диагностики, терапии и хирургии;
- рентгеновская диагностика;
- компьютерная рентгеновская томография;
- лучевая терапия.

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.04 «Ядерная медицина» относится к вариативной части блока дисциплин учебного плана. Приступая к изучению данной дисциплины», студент должен знать все разделы модулей «Общая физика» и «Теоретическая физика», основы высшей математики. Студенты должны обладать знаниями, умениями, навыками и компетенциями, освоенными в результате изучения этих дисциплин. Входящие компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-2.

Список дисциплин, для изучения которых необходимы знания данного курса: «Томографические методы в медицине», «Ультразвуковые методы диагностики».

Освоение данной дисциплины необходимо для прохождения преддипломной практики, выполнения выпускной квалификационной работы – бакалаврской работы и последующей профессиональной деятельности.

#### 4 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1. Способен использовать базовые знания при построении физических и математических моделей в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований</i>	ПК-1.1. Выявляет перспективные проблемы и формулирует принципы решения актуальных научно-исследовательских задач в области медицинской физики	Знать достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики
		Уметь работать с научной литературой, используя новые информационные технологии, следить за научной периодикой
	ПК-1.3. Владеет методами научного прогнозирования, методами работы на современных физических установках и навыками работы с пакетами прикладных программ физико-технических систем.	Владеть навыками работы с пакетами прикладных программ экспериментальной и теоретической физики

Результат обучения сформулирован с учетом следующих профессиональных стандартов:

- Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержден приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 04 марта 2014 г. № 121н.

#### 5 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часа, из которых:

**68 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем<sup>1</sup>:**

34 часов – лекционные занятия;

34 часа – практические занятия.

1 Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

**23 часов – мероприятия промежуточной аттестации<sup>4</sup> (экзамен),**

**13 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.**

## 6 Содержание дисциплины очная форма обучения

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:										
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них <sup>2</sup>								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.
<b>VII семестр</b>												
1. Лучевая диагностика. Терминология ядерной медицины. Основные понятия, определения и термины. Законодательная и нормативная база. Этические правовые аспекты в области ядерной медицины и обеспечение радиационной безопасности. Медицинская радиология. Основные радиологические методы диагностики, терапии и хирургии. Аппаратура для лучевой диагностики в терапии. Ультразвуковая диагностика, рентгеновская диагностика, ЯМР томография, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), сцинтиграфия.		2		2						4	2	2
2. Компьютерная рентгеновская томография Рентгенология. Рентгенодиагностика, методы рентгенодиагностики. Рентгено-контрастные средства. Рентгеновское излучение, источники рентгеновского излучения. Дозы при рентгеновской и радионуклидной диагностике. Компьютерно-медицинская томография. Принцип компьютерной томографии. Многосрезовая компьютерная томография. Рентгеновские компьютерные томографы. Компьютерная обработка изображения		2		2						4	2	2
3. Радионуклидная диагностика диагностика в клинике Особенности радионуклидной диагностики. Радиоактивные нуклиды и радиофармапрепараты. Критерии		2		2						4	2	2

<p>выбора радионуклида. Изотопы и радиофармапрепараты для радионуклидной диагностики. Изотопы и препараты для позитронной эмиссионной томографии. Производство радиоизотопов. Изотопные генераторы. Циклотрон. Биосинтез радиопрепаратов. Получение изображений с помощью радиоизотопов. Аппаратура для радионуклидной диагностики. Сцинтилляционные детекторы. Гамма-камера. Ядерно-медицинские аппараты. Клинические методы радионуклидной диагностики. Радионуклидные методы оценки функционального состояния органа. Радионуклидная визуализация. Радиоиммунологический анализ.</p> <p>Радионуклидная диагностика заболеваний щитовидной железы, состояния печени, патологии лёгких, заболеваний почек, онкологии.</p>													
<p>4. Позитронная эмиссионная томография</p> <p>Принцип ПЭТ. Аппаратура для компьютерной томографии. Компьютерная обработка результатов. Программное обеспечение сбора данных и передачи информации. Пакеты прикладных программ вычислительной томографии. Анализ данных ПЭТ</p>		2		2						4	1		1
<p>5. Лучевая терапия</p> <p>Радиотерапия. Основные принципы лучевой терапии. Методы лучевой терапии: дистанционные, контактные, сочетанные. Комбинированные методы лечения ЗНО. Компьютерная томография в планировании лучевой терапии. Источники излучения в терапии. Сравнительная характеристика ускорителей и изотопных установок. Линейный ускоритель. Источники нейтронов. Лучевая хирургия. Гамма нож. Протонно-лучевая терапия. Брахитерапия. Нейтронная терапия. Радиационные дозы в лучевой терапии. Экспозиционная и поглощённая доза ионизирующего излучения. Распределение дозы при воздействии излучений высокой энергии.</p>		2		2						4	2		2
<p>6. Дозиметрия в ядерной медицине</p> <p>Особенности дозиметрии в клинической практике ядерной медицины. Дозы и единицы их измерения. Взвешивающие коэффициенты. Нормы радиационной безопасности. Коэффициенты радиационного риска. Предельно допустимые и летальные дозы. Взаимодействие ионизирующего излучения с живыми тканями. Концепция беспороговой линейной зависимости – доза эффект. Поглощённые дозы в медицине и лучевой терапии. До-</p>		2		2						4	2		2

зы в радионуклидной диагностике. Дозы облучения медицинского персонала и окружающих													
7. Биологическое воздействие излучений Медицинская радиобиология. Прикладное значение радиобиологических исследований. Лучевые поражения. Радиационные эффекты облучения человека. Молекулярный уровень воздействия. Влияние облучения на молекулу ДНК. Клеточный уровень воздействия. Репродуктивная гибель клеток. Интерфазная гибель. Злокачественное перерождение клетки. Классификация последствий облучения. Соматические детерминированные и стохастические эффекты. Лучевая болезнь. Радиационная генетика и общие принципы действия радиации на человека.		2		2						4	2		2
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)**	23	X									X		
<b>Итого</b>		34		34						68	13		13

\*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

\*\* Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных форма (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).

## Содержание дисциплины.

### Тема 1. Лучевая диагностика

Терминология ядерной медицины. Основные понятия, определения и термины. Законодательная и нормативная база. Этические правовые аспекты в области ядерной медицины и обеспечение радиационной безопасности. Медицинская радиология. Основные радиологические методы диагностики, терапии и хирургии. Аппаратура для лучевой диагностики в терапии. Ультразвуковая диагностика, рентгеновская диагностика, ЯМР томография, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), сцинтиграфия.

### Тема2. Компьютерная рентгеновская томография

Рентгенология. Рентгенодиагностика, методы рентгенодиагностики. Рентгено-контрастные средства. Рентгеновское излучение, источники рентгеновского излучения. Дозы при рентгеновской и радионуклидной диагностике. Компьютерно-медицинская томография. Принцип компьютерной томографии. Многосрезовая компьютерная томография. Рентгеновские компьютерные томографы. Компьютерная обработка изображения.

### Тема3. Радионуклидная диагностика диагностика в клинике



Особенности радионуклидной диагностики. Радиоактивные нуклиды и радиофармапрепараты. Критерии выбора радионуклида. Изотопы и радиофармапрепараты для радионуклидной диагностики. Изотопы и препараты для позитронной эмиссионной томографии. Производство радиоизотопов. Изотопные генераторы. Циклотрон. Биосинтез радиофармацевтиков. Получение изображений с помощью радиоизотопов. Аппаратура для радионуклидной диагностики. Сцинтилляционные детекторы. Гамма-камера. Ядерно-медицинские аппараты. Клинические методы радионуклидной диагностики. Радионуклидные методы оценки функционального состояния органа. Радионуклидная визуализация. Радиоиммунологический анализ. Радионуклидная диагностика заболеваний щитовидной железы, состояния печени, патологии лёгких, заболеваний почек, онкологии.

### **Тема 5. Лучевая терапия.**

Радиотерапия. Основные принципы лучевой терапии. Методы лучевой терапии: дистанционные, контактные, сочетанные. Комбинированные методы лечения ЗНО. Компьютерная томография в планировании лучевой терапии. Источники излучения в терапии. Сравнительная характеристика ускорителей и изотопных установок. Линейный ускоритель. Источники нейтронов. Лучевая хирургия. Гамма нож. Протонно-лучевая терапия. Брахитерапия. Нейтронная терапия. Радиационные дозы в лучевой терапии. Экспозиционная и поглощённая доза ионизирующего излучения. Распределение дозы при воздействии излучений высокой энергии.

### **Тема 6. Дозиметрия в ядерной медицине.**

Особенности дозиметрии в клинической практике ядерной медицины. Дозы и единицы их измерения. Взвешивающие коэффициенты. Нормы радиационной безопасности. Коэффициенты радиационного риска. Предельно допустимые и летальные дозы. Взаимодействие ионизирующего излучения с живыми тканями. Концепция беспороговой линейной зависимости – доза эффект. Поглощённые дозы в медицине и лучевой терапии. Дозы в радионуклидной диагностике. Дозы облучения медицинского персонала и окружающих

### **Тема 7. Биологическое воздействие излучений.**

Медицинская радиобиология. Прикладное значение радиобиологических исследований. Лучевые поражения. Радиационные эффекты облучения человека. Молекулярный уровень воздействия. Влияние облучения на молекулу ДНК. Клеточный уровень воздействия. Репродуктивная гибель клеток. Интерфазная гибель. Злокачественное перерождение клетки. Классификация последствий облучения. Соматические детерминированные и стохастические эффекты. Лучевая болезнь. Радиационная генетика и общие принципы действия радиации на человека.

## 7 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

## 8 Фонды оценочных средств по дисциплине

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы, тесты, примерные темы курсовых работ (проектов) и критерии их оценивания и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости, обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

*Для лиц с нарушениями зрения:*

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

*Для лиц с нарушениями слуха:*

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

*Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:*

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

## 9 Ресурсное обеспечение

### • Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная учебная литература*

1. Бекман И.Н. Ядерная медицина: физические и химические основы : Учебник для бакалавриата / И. Н. Бекман. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 400с. : ил. - (Университеты России). - ISBN 978-5-534-00691.  
Бекман, И. Н. Ядерная медицина: физические и химические основы : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 400 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00691-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/452509> (дата обращения: 15.04.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Основы ядерного магнитного резонанса : учебное пособие / Евстигнеев М.П., Лантушенко А.О., Костюков В.В. и др. - Москва : Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 247 с. ISBN 978-5-9558-0414-9. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/496299> (дата обращения: 15.04.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

3. Устынюк, Ю.А. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса : учебное пособие / Ю.А. Устынюк. – Москва : Техносфера, 2016. – Ч. 1. Вводный курс. – 292 с. : ил., табл., схем. – (Мир химии). - Библиогр. в кн.– ISBN 978-5-94836-410-0. – Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444862> (дата обращения: 15.04.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### ***Дополнительная учебная литература***

1. Васильев, А. А. Медицинская и биологическая физика. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / А. А. Васильев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 313 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05174-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/453256> (дата обращения: 15.04.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Сергиенко, В. Б. Радионуклидная диагностика с нейротропными радиофармпрепаратами : монография / В.Б. Сергиенко, А.А. Аншелес. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 112 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-100555-2. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/902301> (дата обращения: 15.06.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - Москва : Логос, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469025> (дата обращения: 11.04.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### **• Периодические издания**

1. : / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. акад. Андреев А.Ф. - М.: ФГБУ «Российская академия наук». – Журнал выходит 1 раз в мес. - Основан в 1931 году. - ISSN 0044-4510. – Текст : электронный. Полные тексты статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8682](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8682)
2. Медицинская физика / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. Наркевич Б.Я, д.т.н., проф., в.н.с. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1995 году.
3. Ядерная физика / Учредитель: , Гл. ред.: Ю.Г. Абов. – М.: Академиздатцентр «Наука».- Журнал основан в 1965 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»:

#### **• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

##### ***Электронно-библиотечные системы и базы данных***

1. ЭБС «Znanium.com»: [://znanium.com/](http://znanium.com/)
2. ЭБС «Лань»: [://e.lanbook.com/](http://e.lanbook.com/)
3. ЭБС «Юрайт»: [://biblio-online.ru/](http://biblio-online.ru/)
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: [://biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/)
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: [://elibrary.ru](http://elibrary.ru)
6. : [://нэб.рф/](http://нэб.рф/)
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: [://dlib.eastview.com/](http://dlib.eastview.com/)

##### ***Научные поисковые системы***

1. - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций
2. - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа.

3. - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии.
4. - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам.

### ***Профессиональные ресурсы сети «Интернет»***

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»:

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

## Фонды оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Ядерная Медицина» программы бакалавров по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» с учетом направленности бакалаврской программы – «Медицинская физика» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Компетенция **ПК-1** - Способен использовать базовые знания при построении физических и математических моделей в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований

*код и формулировка компетенции*

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Компетенция **ПК-1** - Способен использовать базовые знания при построении физических и математических моделей в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по практике ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
ПК-1.1. Выявляет перспективные проблемы и формулирует принципы решения актуальных научно-исследовательских задач в области медицинской физики	Отсутствие знания	Не знает или знает слабо достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики. Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание достижений отечественной и зарубежной науки и техники в области медицинской физики. Не допускает ошибок.
	Отсутствие умения	Демонстрирует удовлетворительный уровень осведомленности о литературе, периодике, информационных методах. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень осведомленности о литературе, периодике, информационных методах. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень осведомленности о литературе, периодике, информационных методах. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное владение литературой, периодикой, информационными методами. Не допускает ошибок.
ПК-1.3. Владеет методами научного прогнозирования, методами работы на совре-	Отсутствие владения навыками	Демонстрирует частичное владение навыками работы с прикладными программами анализа и представления дан-	Демонстрирует достаточно устойчивое владение навыками работы с прикладными програм-	Демонстрирует устойчивое владение навыками работы с прикладными программами	Демонстрирует свободное и уверенное владение навыками работы с прикладными программами ана-

менных физических установках и навыками работы с пакетами прикладных программ физико-технических систем.		ных. Допускает множественные грубые ошибки.	мами анализа и представления данных. Допускает отдельные негрубые ошибки.	анализа и представления данных. Не допускает ошибок.	лиза и представления данных. Не допускает ошибок.
--	--	--	--	---	--

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

### 7 семестр

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	17
2	Практические работы (ПР-2.1, ПР-2.2)	27
3	Аудиторные занятия (посещение)	26 (9+17)
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к зачёту.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать зачёт.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к зачёту.

### Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

## График выполнения самостоятельных работ студентами в семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2.1		ВЗ						ЗЗ									
ПР-2.2									ВЗ							ЗЗ	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- в печатной форме,
- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При необходимости обучающемуся инвалиду и лицу с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. У обучающегося инвалида и лица с ОВЗ имеется возможность выбора формы контроля на практических занятиях, зачетах, экзаменах, подходящая конкретно для него.

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- **выполнение устных сообщений**

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

**Адаптированная рабочая программа учебной дисциплины (модуля) разработана в отношении разнозологической учебной группы обучающихся, имеющих документально подтвержденные нарушения слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата, соматические заболевания и поддающиеся коррекции нервно-психические нарушения или сочетанные нарушения.**

### Список вопросов к экзамену

1. История развития и основные достижения медицинской физики и ядерной медицины.
2. Основные типы МРТ-томографов. Их сравнительный анализ и основные параметры.
3. Рентгенография. Основные достоинства и недостатки.
4. Радиометрические единицы.
5. Рентгеновская трубка. Устройство. Основные параметры.
6. Техника обратного проецирования при обращении преобразования Радона.
7. Основные принципы КТ. Режимы сканирования.
8. Типы ионизирующего излучения. Их воздействие на организм.
9. Устройство и работа гамма-камеры. Типы коллиматоров.
10. Радиоактивность. Основной закон радиоактивности.



11. Спиральная и многослойная КТ. Типы приемников.
12. Каскадные радиоактивные распады. Вековое равновесие.
13. Уравнение Блоха для диссипирующих сред. МРТ.
14. Регистрация рентгеновского изображения.
- 15.Arteфакты в КТ. Методы их устранения.
16. Принципы протонной/ионной терапии.
17. Градиенты поля в МРТ. Формирование изображений.
18. Воздействие ионизирующих излучений на биологические ткани.
19. Однофотонная эмиссионная томография.
20. Дозы радиационного облучения в медицине.
21. Позитронно-эмиссионная томография
22. Основные методы обработки изображений в медицине.
23. Радиофармпрепараты и их получение.
24. Типы радиоактивного распада. Свойства.
25. Сравнение трансмиссионных и эмиссионных методов лучевой диагностики.
26. Основные методы лучевой терапии.
27. Рентгенография. Контрастирование.
28. ПЭТ. Типы кристаллов для детектора. Критичные параметры кристаллов.

### **Содержание экзаменационного билета**

1 вопрос – фундаментальная теория (знать + уметь)

2 вопрос – прикладная теория (уметь + владеть)

Задача/вопрос экзаменатора