

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

Филиал «Протвино»
Кафедра «Техническая физика»



УТВЕРЖДАЮ
Директор

[Handwritten signature]
подпись

/Евсиков А.А./
Фамилия И.О.

« 28 » 06 2020 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, 2020

Преподаватель (преподаватели):

Питухин П.В., доц., к.ф.-м.н., кафедра информационных технологий

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись



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

03.03.02 Физика

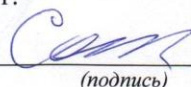
(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Техническая физика»

(название кафедры)

Протокол заседания № 3 от «26» июня 2020 г.

И.о. зав. кафедрой технической физики



Соколов А.А.

(подпись)

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 (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	4
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий	6
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)	9
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	10
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	10
10 Ресурсное обеспечение	17
11 Язык преподавания	19

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;
- ультразвуковая диагностика, рентгеновская диагностика;
- компьютерная рентгеновская томография;
- лучевая терапия.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД.3 «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 (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знать: свойства и структуру физических процессов, происходящих в различных средах; основные закономерности формирования

	<p>законов в области теоретической и экспериментальной физики; Уметь: излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию; решать прикладные задачи на основе фундаментальных знаний Владеть: навыками проведения научно-исследовательского эксперимента, в том числе для исследования физических процессов, протекающих в живых организмах; методами моделирования различных физических ситуаций; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики.</p>
<p>ПК-9 - способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами.</p>	<p>Знать основы делового общения, способствующего развитию общей культуры и социализации личности Уметь: проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность в небольших группах. Владеть: способностью к деловым коммуникациям в профессиональной сфере, способностью работать в коллективе.</p>

5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы, всего 144 часа, из которых:

68 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

34 часов – лекционные занятия;

34 часа – практические занятия.

27 часов – мероприятия промежуточной аттестации⁴ (экзамен),

49 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

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

6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

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 ²							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.	Всего	
VII семестр															
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		7		7
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		7		7
3. Радионуклидная диагностика Особенности радионуклидной диагностики. Радиоактивные нуклиды и радиофармапрепараты. Критерии выбора радионуклида. Изотопы и радиофармапрепараты для ра-			2		2						4		7		7

² Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

дионуклидной 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. Радионуклидная диагностика заболеваний щитовидной железы, состояния печени, патологии лёгких, заболеваний почек, онкологии.													
4. Позитронная эмиссионная томография Принцип ПЭТ. Аппаратура для компьютерной томографии. Компьютерная обработка результатов. Программное обеспечение сбора данных и передачи информации. Пакеты прикладных программ вычислительной томографии. Анализ данных ПЭТ		2		2						4	7		7
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.		2		2						4	7		7
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		2		2						4	7		7

7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Методические указания к практическим занятиям

Решение практических задач разделяется по темам:

1. ПЗ1 - *Решение задач, связанных с общими вопросами лучевой диагностики*
 - Провести классификацию физических методов исследования биообъектов
 - Провести классификацию радиологических методов диагностики, терапии и хирургии.
2. ПЗ2 – *Компьютерная рентгеновская томография.*
 - Задание на восстановление трёхмерного изображения с применением преобразования Радона.
 - Задание на использование преобразования Фурье в компьютерной томографии.
 - Применение Фурье-спектроскопии. Двумерная Фурье-томография. Сканирование k-пространства.
3. ПЗ3 – *Практические работы по радионуклидной диагностике.*
 - Оценка коэффициентов ослабления и поглощения РИ.
 - Практическое занятие с рентгеновской трубкой.
 - Практическое занятие с регистрацией РИ на фотопленке.
4. ПЗ4 - *Клинические методы радионуклидной диагностики.*
 - Оценка безопасного количества радиоактивного вещества для ввода в организм человека для проведения радионуклидной диагностики различных органов.
5. ПЗ5 – *Позитронная эмиссионная томография.*
 - Оценка параметров процесса регистрации излучения от радионуклидов.
 - Компьютерное моделирование процессов эмиссии и регистрации гамма излучения.
6. ПЗ6 – *Лучевая терапия.*
 - Обосновать применение различных источников ионизирующего излучения для лечения локальных образований внутри человеческого организма.
 - Сравнить характеристики ускорителей и изотопных установок для лечения различных типов заболеваний.
7. ПЗ7 – *Особенности дозиметрии в клинической практике ядерной медицины.*
 - Задача на перевод различных единиц измерения радиоактивных доз.
 - Оценка безопасных, предельно допустимых и летальных доз облучения.
 - Расчёт коэффициентов радиационного риска.
 - Расчёт безопасных доз радиационного излучения.
 - Расчёт доз радиационного излучения в лучевой терапии и в радионуклидной диагностике.
8. ПЗ8 – *Медицинская радиобиология.*
 - Обосновать на основе молекулярного уровня воздействия влияние облучения на молекулу ДНК.
 - Описать опыты, доказывающие гибель репродуктивных клеток при облучении, и оценить время и дозы облучения, вызывающие данный эффект.

Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий
Использовать программы из Интернет.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	№ раздела дисциплины	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость
1	1-4	ПР-2.1. Задание по компьютерной рентгеновской томографии. Задание по радионуклидной диагностике. Задание по клиническим методам радионуклидной диагностики.	12
2	4-8	ПР-2.2. Задание по теме позитронная эмиссионная томография. Задание по теме лучевая терапия. Задание по теме дозиметрии в клинической практике ядерной медицины. Задание по теме медицинская радиобиология.	15

8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

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
- выполнение самостоятельных работ по заданиям преподавателя

9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

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

Компетенция ПК-1 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания <i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)</i>					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Знать: свойства и структуру физических процессов, происходящих в различных средах; основные закономерности формирования законов в области теоретической и экспериментальной физики;	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не имеет представления о физических процессах, происходящих в различных средах; не знает основные закономерности формирования законов и методов теоретической и экспериментальной физики.	Знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике; путает характеристики физических процессов, протекающих в различных средах; делает ошибки в основной терминологии и законах фундаментальной и экспериментальной физики.	Знает методы корректного использования математического моделирования при решении теоретических и прикладных задач; четко формулирует основные законы теоретической и экспериментальной физики; хорошо знает профессиональную терминологию; понимает связи между различными физическими понятиями.	Самостоятельно выбирает и оценивает физический (математический) метод анализа физического процесса; четко формулирует основные закономерности теоретической и экспериментальной физики.	<i>Устное собеседование</i>
		Отсутствие умений	Не умеет применять теоретические знания к конкретному фактическому материалу; не использует профессиональную терминологию при изложении материала; не умеет решать прикладные задачи; не в	Умеет применять только типичные, наиболее часто встречающиеся приемы по решению конкретной физической задачи; плохо оперирует профессиональной информацией; по-	Умеет корректно применять профессиональный понятийный аппарат при изложении общепрофессиональной информации; выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области зна-	Умеет уверенно применять различные методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет квалифицированно применять математический аппарат для поиска	
Уметь: излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию; решать прикладные задачи на основе фундаментальных знаний	I - пороговый						<i>Выполнение практического задания</i>

			состоянии анализировать информацию, полученную в результате исследования; не умеет адекватно применять известные естественнонаучные и математические знания в учебной и профессиональной деятельности.	верхностно излагает информацию; недостаточно использует математический аппарат при решении задач; путается в основных понятиях фундаментальной и экспериментальной физики; делает ошибки при решении физических задач.	ния; вести корректную дискуссию в процессе изложения материала; использовать методы математического моделирования при решении теоретических и прикладных задач; применять компьютерные математические программы при решении задач.	решения прикладных задач; умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания; умеет аргументировано доказывать оптимальность выбранного алгоритма или метода решения и объяснять его задачи и функции; умеет устанавливать связи между физическими идеями, теориями, дисциплинами и т.д.	
Владеть: навыками проведения научно-исследовательского эксперимента, в том числе для исследования физических процессов, протекающих в живых организмах; методами моделирования различных физических ситуаций; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики.	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет учебным материалом и специализированными знаниями в области физики; не владеет навыками проведения научно-исследовательского эксперимента; не обладает способностью вести корректную дискуссию в процессе представления результатов собственной теоретической работы или эксперимента.	Не всегда в состоянии продемонстрировать оптимальность выбранного метода исследования и объяснить его задачи и функции; не использует профессиональную терминологию при презентации построенных моделей; слабо владеет правилами и приемами ведения дискуссии в процессе представления математической модели и результатов эксперимента.	В состоянии проводить экспериментальные исследования под руководством опытного преподавателя; хорошо владеет навыками синтеза различных методов математического аппарата и программирования для их эффективного использования в профессиональной деятельности; в состоянии продемонстрировать, объяснить и защитить построенную математическую или физическую модель.	Свободно ориентируется в способах воздействия на аудиторию; уверенно владеет навыком прогнозирования результатов применения различных математических и программных методов при решении физических задач; самостоятельно проводит научно-исследовательский эксперимент.	<i>Выполнение практического задания</i>

Компетенция ПК-9 - способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		<i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)</i>					
		1	2	3	4	5	
Знать: основы делового общения, способствующего развитию общей культуры и социализации личности.	I - пороговый	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания основ делового общения, способствующих развитию общей культуры и социализации личности.	Неполные (содержащие существенные пробелы) знания основ делового общения, способствующих развитию общей культуры и социализации личности.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ делового общения, способствующих развитию общей культуры и социализации личности.	Знает основы делового общения, способствующего развитию общей культуры и социализации личности.	<i>Устное собеседование</i>
Уметь: проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность в небольших группах	I - пороговый	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность в небольших группах.	В целом успешно сформированное, но не системное (содержащие существенные пробелы) умение проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность в небольших группах.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность в небольших группах.	Полностью сформированное умение проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность в небольших группах.	<i>Выполнение практического задания</i>
Владеть: способностью к деловым коммуникациям в профессиональной сфере, способно-	I - пороговый	Отсутствие владения	Фрагментарное применение способности к деловым коммуникациям в профессиональной	В целом успешное, но не систематическое применение способности к деловым коммуникациям	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение способности к деловым коммуникациям в про-	Успешное и систематическое применение способности к деловым коммуникациям в профессио-	<i>Выполнение практического задания</i>

стью работать в коллективе			сфере, способности работать в коллективе.	в профессиональной сфере, способности работать в коллективе.	фессиональной сфере, способности работать в коллективе.	нальной сфере, способности работать в коллективе.	
----------------------------	--	--	---	--	---	---	--

Список вопросов к экзамену

1. История развития и основные достижения медицинской физики и ядерной медицины.
2. Сравнительная характеристика широко используемых методов лучевой диагностики.
3. Компьютерная медицинская томография: принцип, аппаратура, обработка изображений.
4. Радиоактивные нуклиды и фармпрепараты в ядерной медицине. Производство радиоизотопов.
5. Особенности радионуклидной диагностики: принцип, аппаратура, получение изображений.
6. Клинические методы радионуклидной диагностики.
7. Радионуклидная диагностика некоторых заболеваний: щитовидная железа, печень, лёгкие, почки, сердце, ЗНО, селезёнка.
8. Позитронная эмиссионная томография: принцип, аппаратура, компьютерная обработка результатов.
9. Позитронно-эмиссионная томография в функциональной диагностике: сердце, селезёнка, головной мозг, ЗНО.
10. Основные принципы и методы лучевой терапии. Примеры.
11. Источники излучения и радиационные дозы в лучевой терапии.
12. Дозы радиационного облучения в медицине. Нормы радиационной безопасности.
13. Стратегия снижения дозовых нагрузок.
14. Взаимодействие ионизирующих излучений с живыми тканями. Лучевые поражения и последствия облучения.
15. Прикладное значение радиобиологических исследований. Радиационная гигиена.
16. Управление радиобиологическим эффектом.
17. Радиационный гормезис.
18. Радонотерапия и санаторно-курортное лечение.

Варианты контрольных работ (ПР-2.1)

1. *С31 – Выполнить задание по применению геометрии в томографии: на преобразование систем координат, отыскания максимума функции спектра, простейшие методы восстановления трёхмерных изображений.*
2. *С32 – Задание по компьютерной рентгеновской томографии*
 - Выполнить задание по реконструкции объекта с применением метода обратных проекций.
3. *С33 – Задание по радионуклидной диагностике.*
 - Оценить параметры процесса регистрации излучения от заданного радионуклида.
4. *С34 – Задание по клиническим методам радионуклидной диагностики.*
 - Оценить безопасное количество радиоактивного вещества (выдаётся преподавателем) для ввода в организм человека для проведения радионуклидной диагностики различных органов.

Варианты контрольных работ (ПР-2.2)

1. *С35 – Задание по теме позитронная эмиссионная томография.*
 - Задачи на восстановление двумерного изображения

- Разработать программу для компьютерного моделирования процесса эмиссии и регистрации гамма излучения.
2. *С36 –Задание по теме лучевая терапия.*
 - Обосновать применение различных источников ионизирующего излучения для лечения локальных образований внутри человеческого организма.
 - Сравнить характеристики ускорителей и изотопных установок для лечения различных типов заболеваний.
 3. *С37 –Задание по теме дозиметрии в клинической практике ядерной медицины.*
 - Выполнить задание по расчёту биологического воздействия ионизирующих излучений различного типа (задаётся для различных вариантов).
 - Произвести расчёт безопасных доз радиационного излучения в зависимости от облучаемой области.
 4. *С38 –Задание по теме медицинская радиобиология.*
 - Описать опыты, доказывающие злокачественное перерождение клетки при облучении.

10 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: 15.04.2020). 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: 15.04.2020). 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: 15.04.2020). 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: 15.04.2020). 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: 15.06.2020). 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: 11.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

• **Периодические издания**

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики: / 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
2. Медицинская физика: научно-техническое издание / 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. – ISSN: 1810-200X. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=42372751>
3. Ядерная физика: научный журнал / Учредитель: Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова НИЦ "Курчатовский институт"; гл. ред.: Далькаров О.Д. – М.: ООО «ИКЦ «Академкнига». – Журнал выходит 6 раз в год. - Журнал основан в 1965 году. - ISSN 0044-0027. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8304
4. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный областной университет; гл. ред. Бугаев А.С. – М.:МГОУ. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1998 году - ISSN 2310-7251. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657

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

Электронно-библиотечные системы и базы данных

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

Научные поисковые системы

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>

- WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

- Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- Образовательный математический сайт EXponenta.ru: <http://exponenta.ru/default.asp>
- Математический сайт Math.ru: <http://math.ru/lib/>
- Сайт РАН Институт Вычислительной математики: <http://www.inm.ras.ru/>

- 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.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы NetBeans 8, программы для ЭВМ DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal (MS Imagine Premium, договор Tr000104809/м18 от 01.09.2016 г.)).

- Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс.

11 Язык преподавания

Русский