

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета Инженерно-технический Колосов А.И.  
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Радиационная физика»

**Направление подготовки** 20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Профиль** Безопасность жизнедеятельности в техносфере

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2017

Автор программы

  
\_\_\_\_\_/И.А. Новикова/

Заведующий кафедрой  
технологии и обеспечения  
гражданской обороны в  
чрезвычайных ситуациях

  
\_\_\_\_\_/ П.С. Куприенко /

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_/П.С. Куприенко/

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение общих опасностей, угрожающих каждому человеку и разработка соответствующих способов защиты от них в любых условиях воздействия источников ионизирующих излучений, а также достижение комфортных условий жизнедеятельности.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- привитие студентам теоретических основ и практических навыков радиационной физики;
- изучение видов излучений, характер взаимодействия излучения с веществом;
- изучение влияния радиоактивного излучения на растительные и животные организмы;
- изучение выживания и адаптации человека в условиях хронического облучения радионуклидами;
- исследование длительного воздействия на живые организмы малых доз радиации и прогнозирование отдаленных последствий такого облучения;
- действия в условиях чрезвычайных ситуаций (разработка и реализация мер защиты человека и среды обитания от негативного воздействия радиоактивного загрязнения);
- создание комфортного (нормативного) состояния среды обитания в зонах трудовой деятельности и отдыха человека.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Радиационная физика» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Радиационная физика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-8 - способностью работать самостоятельно

ОК-9 - способностью принимать решения в пределах своих полномочий

ОК-10 - способностью к познавательной деятельности

ПК-23 - способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОК-8	Знать азы самостоятельной работы.
	Уметь работать самостоятельно.
	Владеть способностью работать самостоятельно.
ОК-9	Знать основы принятия решений в пределах своих полномочий.

	Уметь принимать решения в пределах своих полномочий.
	Владеть способностью принимать решения в пределах своих полномочий.
ОК-10	Знать основы познавательной деятельности.
	Уметь использовать познавательную деятельность.
	Владеть способностью к познавательной деятельности.
ПК-23	Знать основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.
	Уметь применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.
	Владеть способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Радиационная физика» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Теоретические основы радиационной физики	Основные характеристики, классификация и источники электромагнитных излучений.	4	6	8	18
2	Физические характеристик и и первичные механизмы	Взаимодействие электромагнитных излучений с биологическими объектами. Физические характеристики и первичные механизмы взаимодействия	4	6	8	18

	взаимодействи я электромагнит ных излучений с биологическим и объектами	электромагнитных излучений с биологическими объектами.				
3	Особенности биологическог о действия электромагнит ных излучений	Дозиметрия электромагнитных излучений. Механизмы биологического действия электромагнитных излучений. Радиометрические и дозиметрические величины. Оценка эквидозиметрических величин. Расчет дозы ионизирующего излучения. Особенности биологического действия электромагнитных излучений.	4	6	8	18
4	Медицинские аспекты действия электромагнит ных излучений	Влияние электромагнитных излучений на человека. Применение электромагнитных излучений в терапии и медицинской диагностике. Медицинские аспекты действия электромагнитных излучений.	2	6	10	18
5	Измерение ионизирующи х излучений	Детекторы ионизирующего излучения. Гамма-спектроскопия. Аппаратура для создания изображения радиационных полей. Синтилляционные детекторы на сжатом ксеноне с позиционной чувствительностью. Гамма локаторы. Измерение ионизирующей излучений.	2	6	10	18
6	Ядерная медицина	Лучевая терапия. Радиохирургия.Брахитеропия. Корпускулярная радиотерапия. Сцинтиграфия.Радиоиммунный анализ. Радионуклидная терапия. Особенности радионуклидной визуализации. Гамма- топография. ПЭТ и ОФЭКТ. Комбинированные томографические системы. Методы производства радионуклидов. Методы синтеза радиофармпрепаратов. Особенности радионуклидной визуализации. Характеристика открытых и закрытых радиоактивных препаратов.	2	6	10	18
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОК-8	Знать азы самостоятельной работы.	Знает азы самостоятельной работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь работать самостоятельно.	Умеет работать самостоятельно.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью работать самостоятельно.	Владеет способностью работать самостоятельно.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОК-9	Знать основы принятия решений в пределах своих полномочий.	Знает основы принятия решений в пределах своих полномочий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь принимать решения в пределах своих полномочий.	Умеет принимать решения в пределах своих полномочий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью принимать решения в пределах своих полномочий.	Владеет способностью принимать решения в пределах своих полномочий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОК-10	Знать основы познавательной деятельности.	Знает основы познавательной деятельности.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать познавательную деятельность.	Умеет использовать познавательную деятельность.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью к познавательной деятельности.	Владеет способностью к познавательной деятельности.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-23	Знать основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.	Знает основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.	Умеет применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Владеть способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	Владеет способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
--	---	--	---	---

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОК-8	Знать азы самостоятельной работы.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь работать самостоятельно.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью работать самостоятельно.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОК-9	Знать основы принятия решений в пределах своих полномочий.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь принимать решения в пределах своих полномочий.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью принимать решения в пределах своих полномочий.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОК-10	Знать основы познавательной деятельности.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать познавательную деятельность.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью к познавательной деятельности.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-23	Знать основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	Уметь применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

Перечень заданий /вопросов:

Ионизирующие излучения

1. Характеристики поля излучения
2. Свойства и особенности ионизирующих излучений
3. Характеристики ионизирующих излучений
4. Взаимодействие излучения с веществом
5. Уравнение переноса нейтронов и фотонов
6. Аналитические методы решения уравнения переноса

Характеристики ионизирующих излучений и их биологическое действие

1. Расчет радиометрических и дозиметрических величин
2. Распространение ионизирующего излучения
3. Метод Монте-Карло
4. Статистические методы при изучении потока в радиационной физике

Характеристики поглощения энергии излучения веществом

1. Передача энергии излучением
2. Расчет дозы ионизирующего излучения

Эквидозиметрические величины

1. Эквивалентная и эффективная дозы
2. Оценка эквидозиметрических величин
3. Виды и устройство современных дозиметров
4. Оценка погрешности измерений при дозиметрии

Естественный фон радиации. Техногенные источники радиации

1. Действие радиации на организм человека
2. Оценка изменений в организме человека при облучении
3. Радиационная безопасность. Методы защиты от излучений
4. Методы защиты от излучений. Гамма-излучение
5. Методы защиты от излучений. Альфа и бета-излучение

Лучевая диагностика

1. Особенности радионуклидной визуализации

Лучевая терапия

1. Дистанционные и контактные методы облучения
2. Характеристика открытых и закрытых радиоактивных препаратов
3. Использование современных математических пакетов для расчета (на примере Mathcad)

Примеры задач:

1. Найти угловую плотность потока частиц в произвольной точке над плоским изотропным источником, испускающим  $\nu$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ .

2. Источник представляет собой диск радиуса  $R$ , равномерно покрытый радионуклидами с поверхностной активностью  $\nu$ . Считая, что на 1 распад вылетает  $n$  фотонов, определить интегральную плотность потока и плотность тока фотонов в вакууме на расстоянии  $h$  на оси источника.

3. Равномерный радиоактивный источник представляет собой полукольцо радиуса  $R$ , имеющее линейную активность  $\nu$ . Считая выход фотонов на распад  $\eta$  известным, определить ток и поток частиц в центре полукольца.

4. Изотропный поверхностный источник, испускающий  $\nu$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ , равномерно покрывает поверхность сферы радиусом  $R$ . Предполагая отсутствие поглощения внутри сферы, найти плотности потока и тока частиц в центре сферы.

5. Изотропный поверхностный источник, испускающий  $\nu$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ , равномерно покрывает поверхность полусферы радиусом  $R$ . Предполагая отсутствие поглощения внутри сферы, найти плотности потока и тока частиц в центре сферы.

6. Пусть проекция на нормаль к поверхности угловой плотности тока частиц,  $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{ср}^{-1}$ , выходящих через поверхность вблизи точки  $r$  выражается формулой  $\mu \cdot \nu$ , где  $\mu$  – косинус угла между направлением вылета частиц и нормалью к поверхности. Определить: а) парциальную плотность тока частиц; б) угловую плотность потока частиц; в) парциальную интегральную плотность потока частиц  $\phi^+$ .

7. Вычислить толщину слоя кадмия, ослабляющего поток тепловых нейтронов в 200 раз. Сечение поглощения тепловых нейтронов на кадмии составляет 2540 барн.

8. Вычислить толщину защиты из алюминия, необходимую для ослабления интенсивности гамма - излучения с энергией 0,5 МэВ в 600 раз. Использовать геометрию узкого пучка.

9. Протоны с энергией 160 МэВ падают на кремниевую пластину толщиной 0.7 см. Вычислить энергию частиц на выходе из пластины.

10. Определить среднее число пар ионов на пути 1,5 см при прохождении тритонов с энергией 110 МэВ через воздух. На образование одной пары ионов в воздухе необходимо 35 эв.

11. Вычислить активность изотопа  ${}^7\text{Be}$  в образце массой 960 мкг.

12. Мощность дозы гамма-излучения с энергией 0,2 МэВ составляет 5 рентген в час. Вычислить толщину защиты из алюминия, необходимую для обеспечения безопасной работы. Максимальная допустимая доза составляет 0,05 рентген за 6 часов.

13. Мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 20 см от точечного источника составляет 5 рентген/мин. Определить расстояние от источника, на котором можно находиться без защиты в течение рабочего дня (6 часов). Максимальная допустимая доза: 0,05 рентген за 6 часов.

14. Индивидуальная доза облучения в результате воздействия гамма-источника с энергией 5.6 МэВ в течение дня составляет 5 грей. Сколько фотонов гамма-излучения попало в организм человека массой 75 кг. Потери энергии фотона в тканях организма составляют 40%.

15. Определить мощность поглощенной дозы при работе с источником гамма-излучения с энергией 2,2 МэВ и активностью  $2 \cdot 10^{-4}$  кюри. Масса человека 70 кг. Потери энергии фотона в тканях организма составляют 20%.

16. Вычислить толщину защиты из графита для полного поглощения бета-частиц радиоактивного источника  ${}^{128}\text{I}$ .

17. Вычислить длину эффективного пробега электронов с энергией 20 МэВ в  ${}^{107}\text{Ag}$ .

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Какой из видов излучения не является ионизирующим?

$\beta$ -излучение;

$\alpha$ -излучение;

$\gamma$ -излучение;

УФ-излучение;

нейтронное излучение.

2. Что характерно для физико-химической стадии действия ионизирующего излучения на организм?

ионизация и возбуждение атомов и молекул;

миграция энергии по молекуле и образование свободных радикалов;  
образование свободных радикалов;

химические реакции, приводящие к структурным изменениям молекул;  
образование органических радикалов.

3. Повреждение каких молекулярных структур является наиболее биологически значимым при облучении?

ДНК;  
нуклеопротеидов;  
белка;  
липидов;  
углеводов.

4. Какое максимальное значение может иметь коэффициент кислородного усиления?

1,0;  
1,5;  
2,0;  
2,5;  
3,0.

5. Что в первую очередь определяет радиотоксическое действие радионуклидов?

активность вещества;  
энергия (Мэв);  
вид излучения;  
количество радиоактивного вещества;  
пути поступления.

6. К детерминированным эффектам облучения относят эффекты, проявление и степень тяжести которых определяются:

порогом и величиной дозы излучения;  
видом излучения;  
временем проявления клинических симптомов;  
мощностью дозы излучения;  
физиологическими особенностями организма.

7. Каков порог для проявления тератогенных эффектов?

1 мР/ч;  
10 мР/ч;  
1 мкР/ч;  
10 мкР/ч;  
0,1 Р/ч.

8. Для оценки проявления радиационно-индуцированных наследственных дефектов определяют:

порог дозы излучения;  
дозу, при которой появляются первые мутации;  
удваивающую дозу;

полулетальную дозу;  
суммарную дозу, приводящую к увеличению числа мутаций.

9. Заряд ядра и химические свойства элементов определяются числом:  
электронов;  
нейтронов;  
протонов;  
нейтрино;  
позитронов.

10. К редкоионизирующим видам илучения относят:  
протоны;  
 $\alpha$ -частицы;  
нейтроны;  
«тяжелые» частицы;  
рентгеновское излучение.

11. В системе СИ единицей активности является:  
Зиверт;  
Беккерель;  
Рентген;  
Грей;  
рад.

12. Диагностический метод, при котором действие радионуклида определяют по следам на чувствительной фотоэмульсии называется:  
радиометрия;  
радиография;  
авторадиография;  
сцинтиграфия;  
топография.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Кривая радиочувствительности при действии редкоионизирующего излучения отличается от таковой при плотноионизирующем:  
наклоном кривой;  
наличием экстраполяционного числа;  
наличием нескольких плато на кривой;  
наличием плеча репарации;  
наличием точки пересечения кривой с осью абсцисс.

2. Наиболее радиочувствительным биохимическим процессом в механизме первичного действия ионизирующего излучения являются:  
окислительное фосфорилирование;

синтез РНК;  
синтез ДНК;  
обмен нуклеопротеидов;  
обмен углеводов.

3. Какие клетки периферической крови первыми отвечают на радиационное воздействие в виде цитопении:

эритроциты;  
тромбоциты;  
нейтрофильные лейкоциты;  
эозинофильные лейкоциты;  
лимфоциты.

4. Какая система наиболее чувствительна к действию ионизирующего излучения:

костная;  
мочеполовая;  
эндокринная;  
кроветворная;  
нервная.

5. К детерминированным отдаленным последствиям облучения относят:

ОЛБ;  
ХЛБ;  
общесоматические отдаленные последствия облучения;  
генетические эффекты;  
неопластические эффекты облучения.

6. В какой форме проявляются постлучевые нарушения иммунитета:

а) иммунодефицита;  
б) склеротических изменений;  
в) опухолевого роста;  
г) аутоиммунных реакций;  
д) дистрофических изменений;  
е) аллергии.

Укажите правильную комбинацию ответов:

а, б, д; а, в, г, е; а, г, е; б, д; а, г.

6. Радиационный фон Земли в среднем составляет:

1 Зв;  
2 Зв;  
1 мЗв;  
2 мЗв;  
2,5 мЗв.

7. Какие последствия облучения относят к стохастическим эффектам облучения?

- тератогенез;
- канцерогенез;
- радиационная катаракта;
- лучевая болезнь;
- сокращение продолжительности жизни.

8. Какие виды ионизирующего излучения и при каких условиях облучения могут вызвать неопластические процессы:

- а) все виды ионизирующего излучения при остром местном облучении в больших дозах;
- б) -излучение при хроническом облучении в малых дозах;
- в) -излучение при инкорпорированном облучении;
- г) -излучение при хроническом облучении радионуклидами;
- д) все виды излучения при местном и общем облучении в малых дозах.

Укажите правильную комбинацию ответов: б, с, д;

- а; д; а, б, с, д; а, б, в, г, д.

9. В какой форме проявляются постлучевые нарушения иммунитета:

- а) иммунодефицита;
- б) склеротических изменений;
- в) опухолевого роста;
- г) аутоиммунных реакций;
- д) дистрофических изменений;
- е) аллергии.

Укажите правильную комбинацию ответов: а, б, д; а, в, г, е; а, г, е; б, д; а, г.

10. Какой показатель не используют для оценки радиозащитного эффекта?

- ФИД;
- КЭ;
- продолжительность РЗЭ;
- терапевтическая широта;
- индекс эффекта.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Виды ионизирующих излучений;
2. Сверхнизкочастотные электромагнитные поля;
3. Энергетические особенности электромагнитных полей. Нетепловые сверхнизкочастотные излучения;
4. Действие радиации на организм человека;
5. Острое и хроническое воздействие сверхнизкочастотных полей;
6. Реакции центральной нервной системы на воздействие

сверхнизкочастотных полей;

7. Реакции сердца, крови, обмена веществ на воздействие сверхнизкочастотных полей и излучения;

8. Реакции иммунной системы. Реакции эндокринной системы;

9. Радиометрические величины. Дозиметрические величины. Базовые радиационные величины и единицы измерения

10. Характеристики поглощения энергии излучения веществом;

11. Гипотезы о механизмах биологического действия природных и техногенных низкочастотных полей;

12. Эквидозиметрические величины

13. Способы лучевой диагностики;

14. Способы лучевой терапии;

15. Современные математические пакеты;

16. Особенности радионуклиной визуализации;

17. Гамма-топография;

18. ПЭТ;

19. ОФЭКТ;

20. Комбинированные томографические системы;

21. Уровни радиационных и радиобиологических процессов;

22. Дифференциальное сечение рассеяния;

23. Сечения рассеяния в лабораторной системе координат;

24. Полное и парциальные сечения;

25. Макроскопические сечения рассеяния;

26. Пределы классического описания рассеяния;

27. Стационарная теория рассеяния;

28. Метод парциальных волн;

29. Борновское приближение;

30. Квантовое описание неупругого рассеяния;

31. Виды потенциалов взаимодействия;

32. Столкновения электронов с атомами;

33. Релятивистское и квантовое сечения рассеяния электронов;

34. Столкновения тяжелых заряженных частиц с атомами;

35. Кинетика неупругого столкновения тяжелой частицы с атомом;

36. Рассеяние нейтронов на атомах;

37. Рассеяние  $\gamma$ -квантов;

38. Внешнее и внутреннее облучение. Виды пробегов частиц;

39. Распределение векторных пробегов;

40. Тормозная способность;

41. Флуктуации потерь энергии частицы;

42. Торможение тяжелых ионов. Электронное торможение ионов;

43. Ядерное торможение тяжелых ионов;

44. Пробег тяжелых ионов;

45. Рассеяние Мотта и потери энергии быстрых электронов;

46. Разброс энергий и пробегов при многократном рассеянии электрона;

47. Вторичные электроны;
48. Пробег и потери энергии нейтронов;
49. Потери энергии и затухание пучков  $\gamma$ -излучения;
50. Структурные дефекты (радиационные повреждения);
51. Пороговая энергия и сечение смещения;
52. Каскадная функция;
53. Пространственное распределение дефектов в каскаде.
54. Полное число дефектов;
55. Физические основы дозиметрии;
56. Эквивалентная доза;
57. Микродозиметрические характеристики;
58. Принципы попадания и мишени в радиобиологии;
59. Другие физические модели радиобиологии.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену** Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е. студент не способен ответить на вопросы, даже при дополнительных, наводящих вопросах преподавателя.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос. Студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и практических занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует

свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими погрешностями..

4. Оценка «Отлично» ставится, если студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Теоретические основы радиационной физики	ОК-8, ОК-9, ОК- 10, ПК-23	Тест, защита лабораторных работ
2	Физические характеристики и первичные механизмы взаимодействия электромагнитных излучений с биологическими объектами	ОК-8, ОК-9, ОК- 10, ПК-23	Тест, защита лабораторных работ
3	Особенности биологического действия электромагнитных излучений	ОК-8, ОК-9, ОК- 10, ПК-23	Тест, защита лабораторных работ
4	Медицинские аспекты действия электромагнитных излучений	ОК-8, ОК-9, ОК- 10, ПК-23	Тест, защита лабораторных работ
5	Измерение ионизирующих излучений	ОК-8, ОК-9, ОК- 10, ПК-23	Тест, защита лабораторных работ
6	Ядерная медицина	ОК-8, ОК-9, ОК- 10, ПК-23	Тест, защита лабораторных работ

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении

промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения** <sup>Л2.1</sup> **дисциплины**

1. Штыков, В. В. Введение в биофизику для электро- и радиоинженеров : учебное пособие / В. В. Штыков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-3734-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123676> (дата обращения: 22.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 2 : Электричество и магнетизм — 2011. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1208-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/705> (дата обращения: 22.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-4986-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130188> (дата обращения: 22.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Григорьев, А. Д. Микроволновая электроника : учебник / А. Д. Григорьев, В. А. Иванов, С. И. Молоковский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-5814-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145840> (дата обращения: 22.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Microsoft Office Word 2013/2007
2. Microsoft Office Excel 2013/2007
3. Microsoft Office Power Point 2013/2007
4. Microsoft Office Outlook 2013/2007
5. Microsoft Office Outlook Buisness 2013/2007
6. Microsoft Office Office Publisher 2013/2007

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой  
**Учебные лаборатории:**

- Лекционные аудитории
- Лабораторно-практические аудитории оснащены всеми специальными, техническими комплексами проведения занятий
- Кабинеты**, оборудованные проекторами и интерактивными досками

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Радиационная физика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

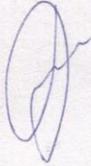
Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на решение комплексных задач, требующих от студентов применения, как теоретических знаний, так и практических навыков расчетов. Во время практических занятий проводится совместный разбор типовых заданий, выдаваемых на индивидуальную домашнюю работу, в форме дискуссий и творческого совместного обсуждения рассматриваются различные разделы радиационной физики, современные представления о тех или иных радиационно-индуцированных процессах и явлениях, рассматриваются примеры использования различных физических законов и определений для решения конкретных задач.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования.

	<p>Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

**Лист регистрации изменений**

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	