

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Радиационная безопасность**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостова М.С.
	Идентификатор	R5ead212f-KhvastovaMS-a4cf11ca

(подпись)

М.С.

Хвостова

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
	Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
	Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

ИД-2 Понимает, как создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Биологическое действие ионизирующего излучения (Контрольная работа)
2. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами (Контрольная работа)
3. Основы дозиметрии и нормативно-законодательная база радиационной безопасности (Контрольная работа)
4. Радиационная безопасность ядерной энергетической установки. Функционирование отдела радиационной безопасности на предприятии. (Контрольная работа)
5. Физические основы ионизирующего излучения (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-4
	Срок КМ:	3	6	9	12	15
Физические основы ионизирующего излучения						
Физические основы ионизирующего излучения	+					
Биологическое действие ионизирующего излучения						
Биологическое действие ионизирующего излучения		+				
Нормативно-законодательная база обеспечения радиационной безопасности						
Нормативно-законодательная база обеспечения радиационной безопасности			+			
Основы дозиметрии. Методы и средства регистрации радиоактивного излучения.						

Основы дозиметрии. Методы и средства регистрации радиоактивного излучения.			+		
Радиационная безопасность ядерной энергетической установки. Функционирование отдела радиационной безопасности на предприятии.					
Радиационная безопасность ядерной энергетической установки. Функционирование отдела радиационной безопасности на предприятии.				+	
Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами.					
Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами.					+
Вес КМ:	20	20	25	20	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
УК-8	ИД-2 <sub>УК-8</sub> Понимает, как создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	Знать: базовые способы и технологии защиты от ионизирующих излучений (Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами) нормативно-законодательную базу по радиационной безопасности и основы дозиметрии базовые способы и технологии защиты от ионизирующих излучений (Функционирование отдела радиационной безопасности на предприятии) теоретические основы оказания первой помощи пострадавшему Уметь:	Физические основы ионизирующего излучения (Контрольная работа) Биологическое действие ионизирующего излучения (Контрольная работа) Основы дозиметрии и нормативно-законодательная база радиационной безопасности (Контрольная работа) Радиационная безопасность ядерной энергетической установки. Функционирование отдела радиационной безопасности на предприятии. (Контрольная работа) Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами (Контрольная работа)

		анализировать влияние разных видов ионизирующего излучения на человека применять средства дозиметрического контроля; оказывать первую помощь пострадавшему	
--	--	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Физические основы ионизирующего излучения

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдается задание. Студенты отвечают на вопросы, сдают работы преподавателю. Время написания работы - 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ответить на поставленные вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: анализировать влияние разных видов ионизирующего излучения на человека	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Приведите примеры искусственных радионуклидов.</li><li>2.Приведите примеры ядерных реакций протекающих при взаимодействии ионизирующих излучений с веществом в природных и искусственных условиях.</li><li>3.Что такое «быстрые» и «медленные» нейтроны?</li><li>4.Что такое наведенная активность?</li><li>5. Какова энергия выделяющаяся при делении ядра урана?</li></ol>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-2. Биологическое действие ионизирующего излучения

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдается задание. Студенты отвечают на вопросы, сдают работы преподавателю. Время написания работы - 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ответить на поставленные вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теоретические основы оказания первой помощи пострадавшему	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование биологического и физиологического действия радиоактивных веществ. Становление радиобиологии.</li> <li>2. Действие радиации на клеточном уровне.</li> <li>3. Действие ионизирующего излучения на органы и системы человека.</li> <li>4. Охарактеризовать основные биологически значимые радионуклиды.</li> <li>5. Детерминированные и стохастические эффекты.</li> </ol>
Уметь: оказывать первую помощь пострадавшему	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы особенности поведения радиоизотопов в организме?</li> <li>2. Каковы особенности внешнего и внутреннего облучения организма?</li> <li>3. При каких дозовых нагрузках развиваются различные формы лучевой болезни? Опишите их характерные симптомы, ход течения болезни и прогнозы.</li> <li>4. Что такое пороговая доза проявления детерминированных эффектов радиационного поражения?</li> <li>5. Каковы особенности действия малых доз на организм человека?</li> </ol>

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 90**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 75**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено***КМ-3. Основы дозиметрии и нормативно-законодательная база радиационной безопасности****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдается задание. Студенты отвечают на вопросы, сдают работы преподавателю. Время написания работы - 45 минут.**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**



<p>Знать: нормативно-законодательную базу по радиационной безопасности и основы дозиметрии</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экспозиционная доза. Определение и единицы измерения.</li> <li>2. Поглощенная доза. Определение и единицы измерения.</li> <li>3. Эквивалентная доза. Определение и единицы измерения.</li> <li>4. Эффективная эквивалентная доза. Определение и единицы измерения.</li> <li>5. Что является предметом дозиметрии?</li> <li>6. Изложить методы и средства регистрации радиоактивного излучения</li> </ol>
<p>Уметь: применять средства дозиметрического контроля;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать поглощенную и эквивалентную дозы от смешанного источника излучения, если доза от гамма-излучения 1 рад, от бета-излучения – 10 рад, от альфа-излучения – 1 рад и от быстрых нейтронов – 1 рад. Перевести полученные результаты в СИ. Сравнить полученные результаты с требованиями нормативных документов. Определить радиобиологические эффекты.</li> <li>2. Рассчитать поглощенную и эквивалентную дозы от смешанного источника излучения, если доза от гамма-излучения 2 рад, от бета-излучения – 20 рад, от альфа-излучения – 4 рад и от быстрых нейтронов – 1 рад. Перевести полученные результаты в СИ. Сравнить полученные результаты с требованиями нормативных документов. Определить радиобиологические эффекты.</li> <li>3. Как связаны активность гамма-излучающих радионуклидов и мощность экспозиционной дозы на различных расстояниях от источника</li> <li>4. Из каких данных определяется скорость поступления радионуклидов в организм человека?</li> <li>5. Что определяет коллективная эффективная эквивалентная доза</li> <li>6. Составить принципиальные схемы работы ионизационной камеры и дозиметрических приборов на основе сцинтилляционного и полупроводникового детекторов</li> </ol>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### **КМ-4. Радиационная безопасность ядерной энергетической установки.**

##### **Функционирование отдела радиационной безопасности на предприятии.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдаются вопросы. Студенты выполняют работу. Время написания работы - 45 минут

##### **Краткое содержание задания:**

Ответьте на вопросы

##### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: базовые способы и технологии защиты от ионизирующих излучений (Функционирование отдела радиационной безопасности на предприятии)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Понятие ядерной энергетической установки (ЯЭУ). Составные элементы ЯЭУ</li><li>2. Принципиальная схема энергоблока с водяным реактором (ВВЭР).</li><li>3. Принципиальная схема энергоблока с уран-графитовым реактором (РБМК).</li><li>4. Принципиальная схема энергоблока реактора на быстрых нейтронах (БН).</li><li>5. Вывод из эксплуатации ЯЭУ</li><li>6. Обеспечение ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ</li></ol>
---	---

##### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### **КМ-4. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдается задание. Студенты отвечают на вопросы, сдают работы преподавателю. Время написания работы - 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ответить на поставленные вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: базовые способы и технологии защиты от ионизирующих излучений (Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами)	1. Понятие отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Источники образования ОЯТ. Состав ОЯТ. 2. Стратегии обращения с ОЯТ. 3. Переработка (регенерация) ОЯТ. 4. Правовое регулирование отношений в области обращения с РАО. Классификация РАО. 5. Источники образования РАО.
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет

### Пример билета

**Вопрос 1.** Основные понятия радиационной безопасности. Принципы и задачи радиационной безопасности.

**Вопрос 2.** Понятие о естественном радиационном фоне.

### Процедура проведения

Студент получает билет. Готовится 45 минут. Устно отвечает преподавателю

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>УК-8</sub> Понимает, как создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

### Вопросы, задания

1. Основные понятия радиационной безопасности. Принципы и задачи радиационной безопасности.
2. История изучения явления радиоактивности. Предпосылки открытия радиоактивности. Д.И. Менделеев, И.В. Гитторф, В.К. Рентген. Исследования А.Беккереля, П. и М.Кюри. Результаты открытия явления радиоактивности.
3. Строение атома и его ядра. Изотопы. Радиоактивный распад. Активность и единицы ее измерения. Период полураспада. Радиоизотопное датирование.
4. Типы радиоактивных распадов. Ионизирующая и проникающая способность радиации. Цепные ядерные реакции. Условия их протекания. Естественные источники радиации. Антропогенные источники ионизирующего излучения.
5. Исследование биологического действия радиоактивных веществ. Становление радиобиологии. Действие радиации на клеточном уровне. Действие ионизирующего излучения на человека. Детерминированные и стохастические эффекты.
6. Острая лучевая болезнь. Факторы возникновения. Клинические формы ОЛБ.
7. Единицы измерения доз. Экспозиционная доза. Мощность дозы. Поглощённая доза. Эквивалентная доза. Эффективная эквивалентная доза. Коллективная эффективная эквивалентная доза.
8. Методы оценки дозовых нагрузок: прямой+расчетный, гамма-спектрометрический, хромосомных aberrаций, микроядерного теста, электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) по эмали зубов.
9. Понятие о естественном радиационном фоне. Его составляющие и роль. Радон. Физическая и химическая характеристики. Источники поступления в жилые помещения. Опасность для человека. Измерение. Основные принципы противорадоновой защиты. Применение радона.
10. Биологически значимые радионуклиды. Йод-131. Цезий-137. Стронций-90. Плутоний-239. Тритий. Углерод-14. Криптон-85. Полоний-210. Горячие частицы.
11. Защита от ионизирующих излучений. Принципы, методы, средства.
12. Нормативно-законодательная база обеспечения радиационной безопасности.
13. Методы и средства регистрации радиоактивного излучения (приборная база).

14. Радиационная безопасность ядерной энергетической установки (ЯЭУ). Понятие ЯЭУ. Тепловыделяющие элементы, сборки, кассеты и технологические каналы. Системы безопасности и защиты ЯЭУ.
15. Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ). Понятие
16. Обращение с радиоактивными отходами (РАО)
17. Цель и задачи производственного радиационного контроля (ПРК).

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Основные понятия радиационной безопасности. Принципы и задачи радиационной безопасности.

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Радиационная безопасность — комплекс научно обоснованных мероприятий по обеспечению защиты человека, популяции в целом и объектов окружающей среды от вредного воздействия ионизирующих излучений. Эти мероприятия направлены на создание безопасных условий применения атомной энергии и источников ионизирующих излучений в различных сферах человеческой деятельности. Важной задачей радиационной безопасности является разработка критериев оценки опасности различных видов ионизирующих излучений

2. История изучения явления радиоактивности. Предпосылки открытия радиоактивности. Д.И. Менделеев, И.В. Гитторф, В.К. Рентген. Исследования А.Беккереля, П. и М.Кюри. Результаты открытия явления радиоактивности.

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Открытие радиоактивности и возникновение ядерной физики было подготовлено важным событием в научном мире – открытием в 1869 г. Д.И. Менделеевым периодического закона химических элементов. Таблица систематично раскладывает не только элементы, но все разнообразие их свойств. Менделеев говорил об открытии в будущем новых элементов и даже уточнил их свойства. Первые экспериментальные подтверждения сложности строения атома были получены в 1869 г. немецким физиком и химиком И.В. Гитторфом, который впервые наблюдал и описал катодные лучи. К 1919 году рентгеновские трубки получили широкое распространение и применялись во многих странах. Благодаря им появились новые направления науки и техники — рентгенология, рентгенодиагностика, рентгенометрия, рентгеноструктурный анализ и др.

Открытые М. и П.Кюри новые радиоактивные элементы, установление природы радиоактивного явления и законов атомного распада привело к тому, что к 1910 г. в химии наметилось выделение новой отрасли – радиохимии, Радиобиология и др.

3. Строение атома и его ядра. Изотопы. Радиоактивный распад. Активность и единицы ее измерения. Период полураспада. Радиоизотопное датирование.

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: В соответствии с современными представлениями, нейтральные атомы состоят из положительно заряженных ядер размером порядка  $10^{-12}$  см, окруженных отрицательно заряженными электронами, заряд которых соответствует заряду ядра, что и обеспечивает атому электронейтральность. Размеры атомов составляют величины порядка  $10^{-8}$  см. Заряд ядра  $Z$ , выраженный в единицах, соответствующих заряду электрона, равен порядковому номеру элемента в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева и числу электронов нейтрального атома, определяющих его химические свойства. Учитывая малую массу электрона, становится понятным, что основная масса атома сосредоточена в его ядре. Открытие протона и последующее открытие нейтрона позволило

предложить модель строения ядра, в соответствии с которой ядро состоит из протонов и нейтронов, которым присвоено название нуклоны. Число протонов в ядре (а именно они и определяют его заряд) равно  $Z$ , а суммарное число протонов и нейтронов равно массовому числу атома  $A$ . В соответствии с этим число нейтронов  $N$  в атомном ядре равно  $A - Z$  и, следовательно,  $A = Z + N$ . Однако ядра одного и того же элемента (т.е. ядра с одинаковым  $Z$ ) могут содержать различное число нейтронов ( $N$ ), а, следовательно, иметь различный атомный вес ( $A$ ) при одинаковых химических свойствах. Химические свойства атома зависят от строения электронной оболочки, которая, в свою очередь, определяется в основном зарядом ядра  $Z$  (то есть количеством протонов в нём), и почти не зависят от его массового числа  $A$  (то есть суммарного числа протонов  $Z$  и нейтронов  $N$ ). Такие разновидности атомов (по числу  $A$ , т.е. атомному весу) одного и того же элемента (с одними тем же  $Z$ ) называют изотопами, а явление – изотопией. Изотопы — разновидности атомов какого-либо химического элемента, которые имеют одинаковый атомный (порядковый) номер, но при этом разные массовые числа. Название связано с тем, что все изотопы одного атома помещаются в одно и то же место (в одну клетку) таблицы Д.И. Менделеева. Примеры изотопов: – изотопы природного урана –  $U-234$ ,  $U-235$ ,  $U-238$  ( $^{234}U$ ,  $^{235}U$ ,  $^{238}U$ ) – изотопы водорода –  $1H$  (протий),  $2H$  (дейтерий),  $3H$  (тритий) Активность радионуклида  $A$  в источнике (образце) есть отношение числа  $dN$  спонтанных ядерных превращений, происходящих в источнике (образце) за интервал времени  $dt$ , к этому интервалу:  $A = dN/dt$  (3.1) Единица активности радионуклида в СИ – Беккерель (Бк). Беккерель равен активности радионуклида в источнике (образце), в котором за  $1c$  происходит одно спонтанное ядерное превращение. Так как это очень маленькая физическая величина, то на практике чаще используется более крупная внесистемная единица – Кюри (Ки).  $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$  Активность радионуклида с течением времени уменьшается по закону радиоактивного распада [9]:  $N_t = N_0 e^{-\lambda t}$  (3.2) где  $N_t$  – число атомов, оставшихся через время  $t$ ;  $N_0$  – исходное количество атомов;  $\lambda$  – постоянная распада, имеющая смысл вероятности распада ядра за 1 секунду и равная доле ядер, распадающихся за единицу времени,  $s^{-1}$ . Суть закона заключается в том, что за единицу времени распадается одна и та же часть имеющихся в наличии ядер атомов радиоактивного изотопа.  $T_{1/2}$  – период полураспада – время, в течение которого распадается половина первоначального количества ядер, при этом активность радионуклида уменьшается в 2 раза.

4. Типы радиоактивных распадов. Ионизирующая и проникающая способность радиации. Цепные ядерные реакции. Условия их протекания. Естественные источники радиации. Антропогенные источники ионизирующего излучения.

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Каждый радионуклид распадается вполне определенным способом, при этом распад ядер сопровождается испусканием: – альфа-частиц (ядер атомов гелия) – при  $\alpha$ -распаде, – бета-минус -частиц (электронов) – при электронном ( $\beta^-$ )-распаде, – бета+-частиц (протонов) – при протонном ( $\beta^+$ )-распаде, –  $\gamma$  гамма-квантов ( $\gamma$  гамма-лучей) – при переходах между возбуждёнными состояниями атомных ядер, при ядерных реакциях, при взаимодействиях и распадах элементарных частиц (например, при аннигиляции электрона и позитрона, распаде нейтрального пиона и т. д.), а также при отклонении энергичных заряженных частиц в магнитных и электрических полях.

5. Исследование биологического действия радиоактивных веществ. Становление радиобиологии. Действие радиации на клеточном уровне. Действие ионизирующего излучения на человека. Детерминированные и стохастические эффекты.

Ответы:

## Устный ответ

Верный ответ: Ионизация и возбуждение атомов вещества являются следствием взаимодействия ускоренной заряженной частицы с электронными оболочками этих атомов. Под действием электрического поля ускоренной заряженной частицы происходит возмущение электронных оболочек атомов с переходом в возбужденное или ионизированное состояние. Первичные изменения атомов и молекул качественно не зависят от вида действующего на них ионизирующего излучения. Однако при одном и том же количестве энергии, поглощенной единицей массы вещества, микропространственное распределение этой энергии в облученном объеме различно. Это различие определяется линейной передачей энергии (ЛПЭ) — средним количеством энергии, передаваемой частицей веществу в среднем на единицу длины пройденного в нем пути:  $ЛПЭ = dE / dx$ , (4.1) где  $E$  — энергия частицы, эВ;  $x$  — длина пробега частицы в веществе, мкм. Поскольку по мере прохождения частицы через вещество ее энергия снижается, а с уменьшением энергии возрастает ЛПЭ, в конце пробега заряженной частицы создается наибольшая плотность ионизации (пик Брэгга), иными словами — поглощается наибольшая доза [10]. Скоростью потери энергии определяется важное свойство ионизирующих излучений — проникающая способность. Глубина проникновения ионизирующих излучений зависит, с одной стороны, от состава и плотности облучаемого объекта, а с другой стороны — от природы и свойств излучения. Она прямо пропорциональна энергии, массе и квадрату скорости частицы, обратно пропорциональна — абсолютной величине заряда. Чем больше величина ЛПЭ, тем меньше проникающая способность излучения в данном веществе. За меру проникающей способности для ускоренных заряженных частиц принимают расстояние, на котором частица замедляется до энергии, близкой к средней энергии теплового движения. Другой важной характеристикой ионизирующих излучений является ионизирующая способность. Ионизирующим называют такое излучение, энергия которого достаточна для ионизации облучаемой среды или объекта. Ионизирующая способность оценивается числом пар ионов, которое данное излучение образует в 1 см<sup>3</sup> сухого воздуха. В развитии поражения клеток после воздействия ионизирующих излучений выделяют несколько стадий: физическую, физико-химическую, химическую и биологическую. Первые три из них оцениваются как первичные или добиологические. Они в значительной степени являются общими как для живых организмов, так и для химических соединений, их растворов, смесей. Детерминированные – биологические эффекты излучения, в отношении которых предполагается существование дозового порога (0,5 – 1 Гр), выше которого тяжесть эффекта зависит от дозы. Стохастические (вероятностные) эффекты – это биологические эффекты излучения, не имеющие дозового порога. Принимается, что вероятность этих эффектов пропорциональна дозе, а тяжесть их проявления от дозы не зависит.

## II. Описание шкалы оценивания

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена верно или с несущественными недостатками

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Зачетная составляющая оценки за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».