

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

**Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Прикладная физика плазмы и управляемый термоядерный синтез**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Ядерная безопасность**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	Re4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

(подпись)

М.В.

Лукашевский

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(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. ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические методы и экспериментальные навыки исследования процессов, используемых в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках

ИД-4 Знает природу ионизирующих излучений, их взаимодействия с веществом, действия на живые организмы. Знает о имевших место ядерных авариях и последствиях испытаний ядерного оружия. Владеет навыками принятия и обоснования решений при возникновении радиационно-опасных ситуаций

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Биологическое действие внешнего облучения. Внутреннее облучение. Природный радиационный фон (Проверочная работа)
2. Защита от гамма-излучения. Методы расчета. Защита от нейтронов. Методы расчета. Теоретические основы защиты от излучений. Методы измерения доз (Проверочная работа)
3. Особенности защиты на объектах ядерной техники. Аварии на объектах ядерной техники. Оценка радиационных последствий при аварии на объектах ядерной техники. (Проверочная работа)
4. Природа ионизирующих излучений, их основные источники и проникающая способность. Взаимодействие излучения с веществом и дозы ионизирующих излучений (экспозиционная, поглощенная, эквивалентная) (Проверочная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы активности и доз					
Природа ионизирующих излучений. Их взаимодействие с веществом. Единицы активности и доз	+				
Биологическое действие ионизирующих излучений Дозовые и производные пределы. Природный и техногенный фон					
Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозовые и производные пределы. Природный и техногенный фон	+				
Защита от излучений. Методы расчета					

Защита от излучений. Методы расчета		+		
Аварии на объектах атомного комплекса. Радиационные последствия испытаний ядерного оружия				
Аварии на объектах атомного комплекса. Радиационные последствия испытаний ядерного оружия		+		
Методы измерений доз ионизирующих излучений				
Методы измерений доз ионизирующих излучений			+	
Прогнозирование радиационных последствий аварий. Нормы радиационной безопасности. Радиофобия и реальность				
Прогнозирование радиационных последствий аварий. Нормы радиационной безопасности. Радиофобия и реальность				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$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
ПК-2	ИД-4ПК-2 Знает природу ионизирующих излучений, их взаимодействия с веществом, действия на живые организмы. Знает о имевших место ядерных авариях и последствиях испытаний ядерного оружия. Владеет навыками принятия и обоснования решений при возникновении радиационно-опасных ситуаций	Знать: механизмы действия излучений на живые организмы, дозовые пределы и способы расчета и измерения доз методы защиты от излучений и действия при радиационных авариях Уметь: самостоятельно оценивать степень радиационной опасности выбирать оптимальные способы защиты от излучений	Природа ионизирующих излучений, их основные источники и проникающая способность. Взаимодействие излучения с веществом и дозы ионизирующих излучений (экспозиционная, поглощенная, эквивалентная) (Проверочная работа) Биологическое действие внешнего облучения. Внутреннее облучение. Природный радиационный фон (Проверочная работа) Защита от гамма-излучения. Методы расчета. Защита от нейтронов. Методы расчета. Теоретические основы защиты от излучений. Методы измерения доз (Проверочная работа) Особенности защиты на объектах ядерной техники. Аварии на объектах ядерной техники. Оценка радиационных последствий при аварии на объектах ядерной техники. (Проверочная работа)

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

**КМ-1. Природа ионизирующих излучений, их основные источники и проникающая способность. Взаимодействие излучения с веществом и дозы ионизирующих излучений (экспозиционная, поглощенная, эквивалентная)**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** КМ проводится в виде письменного опроса студентов

**Краткое содержание задания:**

Студентам предлагается ответить на вопросы билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: механизмы действия излучений на живые организмы, дозовые пределы и способы расчета и измерения доз	1.Беспороговая гипотеза действия радиации. Коллективная доза. Экспозиционная доза. Единицы 2.Поглощенная доза. Единицы 3.Эквивалентная доза. Единицы 4.Механизмы действия излучений на живые организмы. Свободные радикалы. Прямое и косвенное действие. Кислородный эффект 5.Виды дозиметров. Принцип действия полупроводникового дозиметра
---	--

**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: 60*

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

**КМ-2. Биологическое действие внешнего облучения. Внутреннее облучение. Природный радиационный фон**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** КМ проводится в виде письменного опроса студентов

**Краткое содержание задания:**

Студентам предлагается ответить на вопросы билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы защиты от излучений и действия при радиационных авариях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности внутреннего облучения</li> <li>2. Защита активной зоны ядерного реактора. Радиационное энерговыделение в защите</li> <li>3. Наиболее известные аварии на объектах атомной техники. Энергия Вигнера. Остаточное энерговыделение. Пароциркониевая реакция</li> <li>4. Требования НРБ-99 по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии</li> <li>5. Барьеры на пути выхода активности</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: 60*

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

**КМ-3. Защита от гамма-излучения. Методы расчета. Защита от нейтронов. Методы расчета. Теоретические основы защиты от излучений. Методы измерения доз**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** КМ проводится в виде письменного опроса студентов

**Краткое содержание задания:**

Студентам предлагается ответить на вопросы билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: самостоятельно оценивать степень радиационной опасности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципы нормирования дозовых пределов. ALARA</li> <li>2. Значения современных дозовых пределов для персонала и населения</li> <li>3. Связь производных пределов (пределов годового поступления, допустимых концентраций радионуклидов, уровней потоков ионизирующего излучения) с основными дозовыми пределами</li> <li>4. Природный радиационный фон. Его составляющие</li> <li>5. Полулетальная и летальная дозы</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: 60*

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

**КМ-4. Особенности защиты на объектах ядерной техники. Аварии на объектах ядерной техники. Оценка радиационных последствий при аварии на объектах ядерной техники.**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** КМ проводится в виде письменного опроса студентов

**Краткое содержание задания:**

Студентам предлагается ответить на вопросы билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: выбирать оптимальные способы защиты от излучений	1.Закон ослабления широкого пучка. Факторы накопления 2.Закон ослабления узкого пучка 3.Поле излучения точечного источника без защиты и с защитой 4.Вторичное гамма излучение в защите 5.Сечение выведения
---	--

**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: 60*

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



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

### Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

1. Радиоактивные ряды.
2. Связь производных пределов (пределов годового поступления, допустимых концентраций радионуклидов, уровней потоков ионизирующего излучения) с основными дозовыми пределами.
3. Определить экспозиционную дозу, создаваемую точечным источником в 20 г экв. Ra за 30 мин на расстоянии 1 м.

#### Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме с письменной подготовкой студентов на листе ответа по программе экзамена

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-2</sub> Знает природу ионизирующих излучений, их взаимодействия с веществом, действия на живые организмы. Знает о имевших место ядерных авариях и последствиях испытаний ядерного оружия. Владеет навыками принятия и обоснования решений при возникновении радиационно-опасных ситуаций

#### Вопросы, задания

1. Наиболее известные аварии на объектах атомной техники. Энергия Вигнера. Остаточное энерговыделение. Пароциклонная реакция.
  2. Космогенные радионуклиды. Тритий и радиоуглерод. Их образование.
  3. Определить гамма-эквивалент, соответствующий активности натрия-24 равной 6мКи. Гамма постоянная натрия-24 равна  $18.2 \text{ Р*см}^2/(\text{час*мКи})$ .
- 1.
1. Механизмы действия излучений на живые организмы. Свободные радикалы.
  2. Проектные и запроектные аварии. Барьеры на пути выхода активности.
  3. Месторождение урана в Западной Африке имеет содержание урана-235 0.64%, тогда как нормальное содержание урана-235 в уране – 0.72%. Предполагают, что такое пониженное содержание в данном месторождении объясняется тем, что много лет назад в нем имела место самоподдерживающаяся реакция деления и часть урана-235 в ней “сгорела”. Известно, что для возникновения самоподдерживающейся реакции в урановых системах обогащение должно быть на уровне 3%. Какое количество лет назад такая ситуация могла иметь место?
- 2.
1. Радионуклидные источники нейтронов. Источники на основе ускорителей. Источники нейтронов деления. Спектр нейтронов деления.
  2. Общие сведения о ядерном топливном цикле. Открытый и замкнутый циклы.
  3. Сколько -частиц с кинетической энергией 4.9 МэВ, поглощенных в биологической ткани массой 1 г соответствует эквивалентной дозе 0.5 Зв?
- 3.

1. Закон ослабления узкого пучка. Закон ослабления широкого пучка. Факторы накопления.
2. Международная шкала ядерных событий (INES).
3. Показать, что мощность экспозиционной дозы -излучения на расстоянии  $h$  от бесконечного линейного источника с равномерно распределенной активностью такая же, как в центре источника в виде полуокружности радиусом  $h$  с такой же линейной удельной активностью. Ослабление излучения в воздухе не учитывать.
4.
  1. Радиоактивные ряды.
  2. Связь производных пределов (пределов годового поступления, допустимых концентраций радионуклидов, уровней потоков ионизирующего излучения) с основными дозовыми пределами.
  3. Определить экспозиционную дозу, создаваемую точечным источником в 20 г экв. Ра за 30мин на расстоянии 1 м.
- 5.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

#### **1.Размерность эквивалентной дозы:**

Ответы:

- 1 Гр
- 1 Дж
- 1 Зв
- 1 кг/ч

Верный ответ: 1 Зв

#### **2.Что входит в оценку радиационных последствий при аварии на АЭС:**

Ответы:

- Оценка накопления продуктов деления
- Расчет выхода продуктов деления под оболочку ТВЭЛ
- Расчет доз от распространения радиоактивного облака
- Все вышеперечисленное

Верный ответ: Все вышеперечисленное

#### **3.Природный фон суммарно составляет примерно:**

Ответы:

- 2.2 мЗв/год
- 0.7 мЗв/год
- 15 мЗв/год
- 22.2 мЗв/год

Верный ответ: 2.2 мЗв/год

#### **4.Согласно НРБ-99/2009 защитная мера при достижении 500 мГр (предотвращенная доза за 10 сут на все тело, уровень Б):**

Ответы:

- Укрытие
- Эвакуация
- Консервация
- Ограничение продуктов питания

Верный ответ: Эвакуация

#### **5.Кислородный эффект это:**

Ответы:

Явление усиления лучевого поражения при повышении концентрации кислорода в клетках тканей и органов

Явление ослабления лучевого поражения при повышении концентрации кислорода в клетках тканей и органов

Явление лучевого поражения при повышении концентрации кислорода в клетках тканей и органов

Явление лучевого поражения только при отсутствии концентрации кислорода в клетках тканей и органов

Верный ответ: Явление усиления лучевого поражения при повышении концентрации кислорода в клетках тканей и органов

6. Согласно НРБ-99/2009 эффективная годовая доза для населения составляет:

Ответы:

15 мЗв/год

1 мЗв/год

150 мЗв/год

20 мЗв/год

Верный ответ: 1 мЗв/год

7. Согласно НРБ-99/2009 эффективная годовая доза для персонала группы А составляет:

Ответы:

15 мЗв/год

1 мЗв/год

150 мЗв/год

20 мЗв/год

Верный ответ: 20 мЗв/год

8. Что учитывает эквивалентная доза?

Ответы:

Эффекты облучения в единицу времени

Эффекты облучения для определенной группы населения

Эффекты локального/неравномерного облучения

Эффекты облучения только для животных

Верный ответ: Эффекты локального/неравномерного облучения

9. Смертельная доза облучения для человека:

Ответы:

1 Гр

2 Гр

7 Гр

3.5 Гр

Верный ответ: 7 Гр

10. Что такое ЛД50/30:

Ответы:

Доза, вызывающая гибель 30% облученных за 50-дневный срок наблюдения после облучения

Доза, вызывающая гибель 100% облученных животных за 30-дневный срок наблюдения после облучения

Доза, вызывающая гибель 50% облученных за 30-дневный срок наблюдения после облучения

Летальная доза для людей данной возрастной группы

Верный ответ: Доза, вызывающая гибель 50% облученных за 30-дневный срок наблюдения после облучения

11. Доза в 1Р накапливается за один час на расстоянии 1м от источника радия массой 1г, т.е.:

Ответы:

Активностью в 1 Ки

Активностью в 3.7 Ки

Активностью в  $3.7 \cdot 10^{10}$  Ки

Активностью в  $3.7 \cdot 10^{-10}$  Ки

Верный ответ: Активностью в 1 Ки

12. Мощность дозы это:

Ответы:

Доза в единицу объема

Доза в единицу площади

Доза в единицу времени

Доза единицу массы

Верный ответ: Доза в единицу времени

13. МКРЗ предлагает для регламентации дозовых нагрузок:

Ответы:

Принцип нормирования

Принцип обоснования

Принцип оптимизации

Все вышеперечисленное

Верный ответ: Все вышеперечисленное

14. Поглощенная доза это:

Ответы:

Отношение энергии, переданной движущейся заряженной частицей среде на расстоянии, к этому расстоянию

Коэффициент относительной биологической эффективности

Поглощенная энергия тормозного излучения

Количество энергии, поглощенной единицей массы облучаемого вещества

Верный ответ: Количество энергии, поглощенной единицей массы облучаемого вещества

15. Размерность поглощенной дозы:

Ответы:

1 Гр

1 Дж

1 кг

1 кг/ч

Верный ответ: 1 Гр

16.1 уровень шкалы INES это:

Ответы:

Аномалия

Происшествие

Тяжелая авария

Крупный выброс активности

Верный ответ: Аномалия

17. Сколько уровней имеет Международная шкала ядерных событий (INES):

Ответы:

20

7

1

120

Верный ответ: 7

18.1 Беккерель это:

Ответы:

1 с

1 м

1 распад/с

1с/распад

Верный ответ: 1 распад/с

19. Размер атома составляет:

Ответы:

10-10 м

10-10 см

10-14 м

10-14 см

Верный ответ: 10-10 м

20. Что является барьером безопасности при аварии на АЭС:

Ответы:

Топливная матрица

Оболочка ТВЭЛ

Защитная оболочка реактора (контейнмент)

Все вышеперечисленное

Верный ответ: Все вышеперечисленное

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.