

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

**Направление подготовки/специальность: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы**

**Наименование образовательной программы: Моделирование процессов в ядерных реакторах**

**Уровень образования: высшее образование - специалитет**


**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Устройства защиты АЭС от тяжелых аварий**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:


Разработчик

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

А.В. Дедов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

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

А.В. Дедов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

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

А.В. Дедов

## 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 выполнять расчет оборудования ядерных энергетических установок, использовать специализированное программное обеспечение

ИД-6 Демонстрирует понимание процессов, сопровождающих тяжелые аварии на АЭС

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 1. (Контрольная работа)

2. Контрольная работа 2. (Контрольная работа)

3. Контрольная работа 3. (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

10 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	8	12	14
1. Обзор физических принципов, используемых в системах учета, контроля и ФЗ ядерных материалов и установок				
1. Обзор физических принципов, используемых в системах учета, контроля и ФЗ ядерных материалов и установок	+			
2. Культура ядерной безопасности, как набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц (персонала). Культура ядерной безопасности				
2. Культура ядерной безопасности, как набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц (персонала). Культура ядерной безопасности		+		
3. Оперативные факторы безопасности человеческого поведения в области мышления, в сфере чувств, в системе профессионального образования. Системы психологической подготовки				
3. Оперативные факторы безопасности человеческого поведения в области мышления, в сфере чувств, в системе профессионального образования. Системы психологической подготовки			+	
4. Методы анализа и обоснования безопасности. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики. Количественные критерии приемлемого риска и экономика безопасности функционирования ЯТЦ				

4. Методы анализа и обоснования безопасности. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики. Количественные критерии приемлемого риска и экономика безопасности функционирования ЯТЦ			+
5. Основные понятия теории надежности. Обзор методов оптимизации. Вероятностный анализ безопасности			
5. Основные понятия теории надежности. Обзор методов оптимизации. Вероятностный анализ безопасности			+
Вес КМ:	25	45	30

\$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-6ПК-2 Демонстрирует понимание процессов, сопровождающих тяжелые аварии на АЭС	Знать: нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и теплопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов меры безопасности для новых установок и технологий и эксплуатации энергетических установок Уметь: выполнять анализ безопасности на разных уровнях создавать теоретические и математические модели в профессиональной области и исследовать процессы,	Контрольная работа 1. (Контрольная работа) Контрольная работа 2. (Контрольная работа) Контрольная работа 3. (Контрольная работа)

		протекающие в реакторных установках	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Контрольная работа 1.

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

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

#### Краткое содержание задания:

Ответьте на вопрос билета

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Механизмы действия излучений на живые организмы. Свободные радикалы. Прямое и косвенное действие. Кислородный эффект</li><li>2. Какое количество энергоблоков работает на АЭС России и с реакторами каких типов?</li><li>3. Объясните, почему каждая из четырех групп свойств (ядерные, теплофизические, термодинамические, химические) является важной для выбора теплоносителя ядерного реактора</li><li>4. Какие свойства делали нежелательным использование тяжелых жидкометаллических теплоносителей в ядерных реакторах?</li><li>5. Приведите методы математического моделирования и анализа теплофизических процессов</li></ol>
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-2. Контрольная работа 2.

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

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 45

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на вопрос билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: выполнять анализ безопасности на разных уровнях	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Перечислить процессы, происходящие с нейтронами при взаимодействии с ядрами среды</li><li>2.Перечислить возможные классификации ядерных реакторов</li><li>3.Какие нейтронно-физические процессы учитываются сечениями захвата, поглощения, рассеяния?</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-3. Контрольная работа 3.

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

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на вопрос билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: меры безопасности для новых установок и технологий и	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Как рассчитать критическую массу однородного реактора в однокритическом приближении? Что</li></ol>
---	--



эксплуатации энергетических установок	<p><b>такое одноклассовое приближение?</b></p> <p><b>2.Записать и объяснить уравнения динамики ядерного реактора в точечном приближении.</b></p> <p><b>3.Назовите шкалу происшествий по классификации МАГАТЭ</b></p>
Уметь: создавать теоретические и математические модели в профессиональной области и исследовать процессы, протекающие в реакторных установках	<p><b>1.Как влияет отражатель на критическую массу реактора?</b></p> <p><b>2.перечислите меры безопасности для установок</b></p> <p><b>3.Управляющие и вспомогательные функции АСУ ТП АЭС.</b></p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Приведите обзор физических принципов, используемых в системах учета, ядерных материалов и установок.
2. Физические процессы в ядерных реакторах.

Процедура проведения

Студентам предлагается сделать письменный ответ на вопросы билета

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-бпк-2 Демонстрирует понимание процессов, сопровождающих тяжелые аварии на АЭС

**Вопросы, задания**

1. Физические процессы в ядерных реакторах.
2. Приведите обзор физических принципов, используемых в системах учета, ядерных материалов и установок.
3. Культура ядерной безопасности,
4. Гетерогенный реактор:
5. Авария на ЧАЭС-4. Почему перед началом испытаний оперативный запас реактивности стал равен 6-8 стержням?
6. Аварийная и предупредительная защиты реактора.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. В однородном цилиндрическом реакторе без отражателя распределение потока нейтронов по высоте активной зоны описывается:

Ответы:

1. функцией Бесселя нулевого порядка;
2. экспоненциальной функцией;
3. функцией косинус.

Верный ответ: функцией косинус

2. Возможность управлять самоподдерживающейся цепной реакцией деления ядер определяется:

Ответы:

1. наличием и эффективностью системы управления реактором;
2. учетом запаздывающих нейтронов;
3. нейтронно-физическими характеристиками материалов активной зоны.

Верный ответ: учетом запаздывающих нейтронов

3. Стационарное отравление реактора ксеноном перед пуском реактора требует:

Ответы:

1. уменьшить запас реактивности;
2. не влияет на величину запаса реактивности;
3. увеличить запас реактивности.

Верный ответ: увеличить запас реактивности

4. Какова основная причина катастрофы на АЭС Фукусима?

Ответы:

1. Цунами;
2. Человеческий фактор;
3. Торнадо;
4. Оползень

Верный ответ: Человеческий фактор

5. Какой основной эффект реактивности РБМК привёл к катастрофе на ЧАЭС?

Ответы:

1. Отрицательный коэффициент Доплера по температуре топлива;
2. Положительный паровой эффект реактивности;
3. Нажатие кнопки АЗ-5;
4. Положительный эффект от распада ксенона.

Верный ответ: Положительный паровой эффект реактивности

6. Чем контролируется мощность реактора?

Ответы:

1. Мощность реактора контролируется датчиками нейтронного потока;
2. Мощность реактора контролируется визуально;
3. Мощность реактора контролируется датчиками расхода теплоносителя;
4. Мощность реактора контролируется персоналом.

Верный ответ: Мощность реактора контролируется датчиками нейтронного потока

7. Какие нейтроны называются запаздывающими?

Ответы:

1. Нейтроны, которые вылетают из ядра с запаздыванием;
2. Замедленные нейтроны;
3. Нейтроны от космических лучей;
4. Нейтроны, испускаемые продуктами деления.

Верный ответ: Нейтроны, испускаемые продуктами деления

8. Что такое эффект реактивности?

Ответы:

1. Это  $K_{эфф-1}$ ;
2. Это эффективный коэффициент размножения;
3. Это разница между  $K_{эфф}$  в двух состояниях;
4. Это производная  $K_{эфф}$  по температуре, паросодержанию и т.п.

Верный ответ: Это разница между  $K_{эфф}$  в двух состояниях

9. В каком реакторе теплоноситель кипящий?

Ответы:

1. ВВЭР-1000;
2. БН-600;
3. ВТГР;
4. РБМК-1000.

Верный ответ: РБМК-1000

10. Где обычно размещаются детекторы контроля средней плотности потока нейтронов?

Ответы:

1. Внутри реактора;
2. Снаружи реактора.
3. Внутри и снаружи реактора.

Верный ответ: Снаружи реактора

11. Какая из перечисленных систем безопасности ВВЭР-1000 подает воду с наибольшим расходом?

Ответы:

1. САОЗ низкого давления;
2. САОЗ высокого давления;
3. САОЗ среднего давления.

Верный ответ: САОЗ низкого давления

12. Из скольких гидроемкостей состоит пассивная часть системы САОЗ в ВВЭР-1000?

Ответы:

1. 2;
2. 4;
3. 6;
4. 8.

Верный ответ: 4

13. Укажите что из перечисленного является физическими барьерами безопасности в реакторе ВВЭР-1000 в соответствии с принципом глубокоэшелонированной защиты.

Ответы:

1. Топливная матрица;
2. Оболочка ТВЭЛ;
3. Оболочка ТВС;
4. Все выше перечисленные

Верный ответ: Все выше перечисленные

14. Что из перечисленного используется в быстрых реакторах в качестве теплоносителя?

Ответы:

1. Металл и газ;
2. Воздух и металл;
3. Жидкость и воздух.

Верный ответ: Металл и газ

15. На сколько групп делятся стержни СУЗ в реакторе ВВЭР-1000?

Ответы:

1. 5;

2. 10;
3. 20;

Верный ответ: 10

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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: 50*

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

*Оценка: 2*

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

## ***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 экзаменационной составляющих.