

**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  
Устройство ядерных реакторов и АЭС**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
Идентификатор	Rc4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab	

М.В.  
Лукашевский

## 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-1 Демонстрирует понимание принципов работы, знание компоновки и физических особенностей реакторных установок различных типов, навыки применения, специализированного ПО для расчета ядерных энергетических установок

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Конструкции и физические особенности реакторов различных типов (Тестирование)
2. Надёжность и безопасность работы энергетического реактора (Тестирование)
3. Принцип работы и основные характеристики ядерного энергетического реактора (Контрольная работа)
4. Режимы работы энергетического ядерного реактора (Тестирование)

### БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %	
	Индекс КМ:	КМ-1
	Срок КМ:	15
Общие сведения о ядерных реакторах		
Общие сведения о ядерных реакторах		+
	Вес КМ:	100

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %	
	Индекс КМ:	КМ-2
	Срок КМ:	15
Конструкции и физические особенности реакторов различных типов		
Конструкции и физические особенности реакторов различных типов		+
Перспективы развития реакторов		

Перспективы развития реакторов	+
Вес КМ:	100

9 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	8	15
Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов			
Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов	+	+	+
Вес КМ:	50	50	50

\$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-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание принципов работы, знание компоновки и физических особенностей реакторных установок различных типов, навыки применения, специализированного ПО для расчета ядерных энергетических установок	Знать: Требования предъявляемые к материалам ядерного реактора Основные типы ядерных реакторов и их особенности Уметь: Определять основные характеристики реакторов, отражающие их состояние	Принцип работы и основные характеристики ядерного энергетического реактора (Контрольная работа) Конструкции и физические особенности реакторов различных типов (Тестирование) Надёжность и безопасность работы энергетического реактора (Тестирование) Режимы работы энергетического ядерного реактора (Тестирование)

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

7 семестр

### КМ-1. Принцип работы и основные характеристики ядерного энергетического реактора

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 100

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа по билетам.  
Время на ответ - 30 мин.

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы билета.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Определять основные характеристики реакторов, отражающие их состояние	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ядро урана <math>^{235}\text{U}</math> поглотив нейтрон разделилось на два осколка и три нейтрона. Сколько энергии выделилось при делении, если осколки после превращения в стабильные изотопы оказались иттрий (<math>^{89}\text{Y}</math> 88,9058 а.е.м.) и неодим (<math>^{144}\text{Nd}</math> 143,9100873 а.е.м.)?</li><li>2. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра урана <math>^{235}\text{U}</math> и энергию приходящуюся на один нуклон.</li><li>3. Какая скорость деления соответствует мощности источника в 1 кВт?</li><li>4. Подсчитать количество <math>^{235}\text{U}</math>, расходуемого за 1 год, для того чтобы обеспечить работу АЭС на мощности 1000 МВт (электр.). Предположить, что превращение ядерной энергии в электрическую достигается с КПД 35%.</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

## 8 семестр

### КМ-2. Конструкции и физические особенности реакторов различных типов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 100

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В форме теста. Время на ответ - 15 мин.

#### **Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы теста

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Основные типы ядерных реакторов и их особенности	1. В каком из перечисленных реакторов наибольшее давление в первом контуре (давление теплоносителя)? А) ВВЭР Б) ВВР В) ЭГП Г) РБМК Д) CANDU Е) АСТ Ж) HTGR З) AGR
---	---

#### **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

## 9 семестр

### КМ-3. Надёжность и безопасность работы энергетического реактора

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 50

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В форме теста. Время на ответ - 15 мин.

#### **Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы теста.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: предъявляемые к ядерного реактора	Требования к материалам	1.Какому уровню по шкале INES соответствует событие не значимое с точки зрения безопасности?
--	----------------------------	--

**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-4. Режимы работы энергетического ядерного реактора**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 50

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В форме теста. Время на ответ - 15 мин.

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы теста.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: предъявляемые к ядерного реактора	Требования к материалам	1.Что произойдет с величиной утечки нейтронов при увеличении размеров активной зоны при сохранении прочих условий?
--	----------------------------	--

**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

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

НИУ «МЭИ»	Экзаменационный билет № _____	Утверждаю Зав.кафедрой _____ Аникеев А.В.
	Кафедра АЭС	«    »                    20    г.
		Дисциплина: Ядерные энергетические реакторы Институт ИТАЭ
<p>1. Замедлители: основные требования, виды замедлителей, достоинства и недостатки различных видов замедлителей.</p> <p>2. Кипящие водо-водяные реакторы разработанные в СССР и России (ВК-50, ВК-500, АСТ-500).</p> <p>3. Ядро урана 235 поглотив нейтрон разделилось на два осколка и три нейтрона. Сколько энергии выделилось при делении, если осколки после превращения в стабильные изотопы оказались иттрий (<math>Y_{89} 88,9058</math> а.е.м.) и неодим (<math>Nd_{144} 143,9100873</math> а.е.м.)?</p>		

## Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание принципов работы, знание компоновки и физических особенностей реакторных установок различных типов, навыки применения, специализированного ПО для расчета ядерных энергетических установок

### Вопросы, задания

- 1.Водо-водяные реакторы с водой под давлением разработанные в СССР и России (ВВЭР-210, ВВЭР-365, ВВЭР-440, ВВЭР-1000, ВВЭР-1200, ВВЭР-1300).
- 2.Конструкция реактора ВВЭР-1000.
- 3.Отличия конструкций ВВЭР-440 и ВВЭР-1000.
- 4.Отличия конструкций ВВЭР и PWR.

5. Кипящие водо-водяные реакторы разработанные в СССР и России (ВК-50, ВК-500, АСТ-500).
6. Эволюция реакторов ВВР (ВВР/1...ВВР/6, АВВР, ЕВВР).
7. Реакторы с графитовым замедлителем. Общая характеристика. Особенности учитываемые при разработке.
8. Графитовые реакторы разработанные в СССР и России (АМ, АМБ, ЭПП, РБМК, РБМКП, МКЭР).
9. Конструкция реактора РБМК-1000.
10. Сравнение реакторов РБМК и МКЭР.
11. Газографитовые реакторы. Общая характеристика. Реакторы Magnox и АGR.
12. Какая часть полной энергии, эквивалентной массе покоя ядра, выделяется при делении ядра  $^{235}\text{U}$ ?
13. Чем отличается поведение ядерного реактора в двух случаях: 1) при  $\Delta k = +0,002$ ; 2) при  $\rho = +0,002$ ?

14. Принцип работы и основные характеристики реактора.
15. Баланс нейтронов в реакторе. Роль запаздывающих нейтронов.
16. Энерговыделение в реакторе.
17. Теплоносители: основные требования, виды теплоносителей, достоинства и недостатки различных видов теплоносителей.
18. Поглощители: основные требования, виды поглощителей, достоинства и недостатки различных видов поглощителей.
19. Конструкционные материалы: основные требования, виды конструкционных материалов, достоинства и недостатки различных видов конструкционных материалов.
20. Ядерное топливо: основные требования, виды топлива, достоинства и недостатки различных видов топлива.
21. Замедлители: основные требования, виды замедлителей, достоинства и недостатки различных видов замедлителей.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что из перечисленного может использоваться в качестве поглотителя?  
 Ответы:  
 Гафний, бериллий, самарий, графит  
 Верный ответ: Гафний, самарий
2. Что из перечисленного используется в быстрых реакторах в качестве теплоносителя?  
 Ответы:  
 Металл, газ, вода  
 Верный ответ: Металл, газ
3. Что используется в реакторе ВВЭР-1000 для воздействия на реактивность?  
 Ответы:  
 Борная кислота, стержни с карбидом бора, нейтронные ловушки  
 Верный ответ: Борная кислота, стержни с карбидом бора
4. Что входит в состав реактора РБМК-1000?  
 Ответы:  
 Технологические каналы, тонкостенный кожух, блок защитных труб, подвесная шахта  
 Верный ответ: Технологические каналы, тонкостенный кожух
5. Какое количество барабан-сепараторов в РБМК-1000?  
 Ответы:  
 2, 4, 6, 8  
 Верный ответ: 4
6. Из скольких гидроемкостей состоит пассивная часть системы САОЗ в ВВЭР-1000?  
 Ответы:  
 2, 4, 8

Верный ответ: 4

7. Укажите последовательность срабатывания (достижения уставок срабатывания) систем безопасности в реакторе ВВЭР-1000 при аварии с потерей теплоносителя.

Ответы:

А) САОЗ низкого давления Б) Гидроемкости САОЗ В) САОЗ высокого давления

Верный ответ: В, Б, А

8. Какое минимальное допустимое значение периода реактора?

Ответы:

5 с, 10 с, 15 с

Верный ответ: 10 с

9. В каких режимах работы реактора необходимо контролировать плотность потока нейтронов в нем?

Ответы:

А) при работе на мощности

Б) при увеличении мощности

В) при снижении мощности

Г) при нахождении в остановленном состоянии

Верный ответ: А) при работе на мощности Б) при увеличении мощности В) при снижении мощности Г) при нахождении в остановленном состоянии

10. При помощи чего компенсируются медленные изменения реактивности связанные с выгоранием топлива в реакторе ВВЭР-1000?

Ответы:

А) регулирующие стержни

Б) раствор борной кислоты

Верный ответ: Б) раствор борной кислоты

## **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. на вопросы углубленного уровня

*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»