

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очно-заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.05.11</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>10 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>10 семестр - 22 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>10 семестр - 22 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>10 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>10 семестр - 61,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Тестирование</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>10 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

(подпись)


А.Н. Черняев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee


(подпись)

С.В. Мезин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедрой

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

(подпись)

А.Н. Черняев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении основ эксплуатации АЭС применительно как к основному технологическому процессу, так и к вспомогательным технологическим системам

### Задачи дисциплины

- освоение основ эксплуатации тепловых схем энергоблоков АЭС различных типов на основе системного подхода, освоение особенностей используемого оборудования и протекающих в нем процессов, способов включения элементов оборудования в тепловую схему, принципов выбора значений управляемых параметров, включая конкретные рекомендации для тепловых схем основных технологических установок АЭС – паропроизводительной и паротурбинной;

- изучение особенностей использования в тепловых схемах АЭС насосов, трубопроводов и арматуры, основных решений компоновки главного корпуса АЭС и требований к ее генеральному плану, основных характеристик вспомогательных технологических систем нормальной эксплуатации и систем безопасности, реализованных на действующих АЭС и в современных проектах;

- приобретение навыков решения задач исследования и проектирования тепловых схем АЭС как отдельных, так и в нужной последовательности при разработке тепловой схемы нового энергоблока АЭС.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации автоматизированных систем управления объектами профессиональной деятельности	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание основ ввода в действие и эксплуатации современных энергоблоков АЭС	знать: - общие вопросы физики ядерного реактора; - характеристики основного оборудования тепловой схемы АЭС различных типов – реактора, парогенератора, паровой турбины; - основные контролируемые параметры и эксплуатационные пределы реакторной установки в процессе эксплуатации; - основные аспекты кибербезопасности АСУТП АЭС; - Основные нормативные документы, применяемые при создании АЭС.  уметь: - разрабатывать программное обеспечение для АСУТП; - разрабатывать структуру тепловых схем основных технологических установок и АЭС в целом, а также обоснованно выбирать значения управляемых параметров тепловых схем АЭС на основе опубликованных результатов технико-экономических исследований, эксплуатационных и проектных данных с учетом особенностей исследуемой или

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		проектируемой АЭС, разрабатывать необходимую документацию; - составлять уравнения материальных и энергетических (тепловых) балансов применительно к элементам оборудования тепловых схем, определять способ решения системы уравнений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать высшую математику, в том числе: функции одной и нескольких переменных, теорию пределов, интегральное и дифференциальное исчисление, теорию функций комплексных переменных, ряды, линейную алгебру, дифференциальные уравнения
- знать основные разделы физики: механику, термодинамику, электричество и магнетизм
- знать разделы химии: процессы окисления, электролиз, дисперсные системы, электрохимические системы
- знать способы определения термодинамических и теплофизических свойств теплоносителей
- знать характеристики основного оборудования тепловой схемы АЭС различных типов реактора, парогенератора, паровой турбины
- уметь использовать методы сбора, хранения и обработки информации

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные нормативные документы при создании АЭС	8	10	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные нормативные документы при создании АЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные нормативные документы при создании АЭС"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные нормативные документы при создании АЭС"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], §§ 10.1., 10. 4, 10.5, с. 122, 170–172, 192–199.</p>
1.1	Основные нормативные документы при создании АЭС	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2	Физика реактора. Строение активной зоны реактора	10		4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2.1	Физика реактора. Строение активной зоны реактора	10		4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

															<p>реактора. Строение активной зоны реактора" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Физика реактора. Строение активной зоны реактора"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], с. 469– 472, 478– 490, 494– 510, 524– 538,557– 564,575– 579, § 28.2, с.602–604, 611–617.</p>
3	Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки"</p>	
3.1	Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-		<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], с. 469– 472, 478– 490, 494– 510, 524– 538,557– 564,575– 579, § 28.2, с.602–604,</p>	

														611–617.
4	Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности	12	4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности"
4.1	Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности	12	4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], с. 625– 633, гл. 31
5	Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителей и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций.	12	4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителей и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций." <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>
5.1	Мероприятия по проектированию и вводу в действие	12	4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	Изучение материала по разделу "Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы

	реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций.												испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], §§ 12.1., 12.5- 12.10
6	Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы"
6.1	Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	"Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы"
7	Аспекты	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>



	кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП													Повторение материала по разделу "Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП" <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с.103- 178, с.202
7.1	Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	108.0	22	-	22	-	2	-	-	0.5	28	33.5		
	Итого за семестр	108.0	22	-	22		2		-	0.5		61.5		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Основные нормативные документы при создании АЭС

#### 1.1. Основные нормативные документы при создании АЭС

Паропроизводительные установки с реактором типа ВВЭР. Основные особенности водяного энергетического реактора. Основные управляемые параметры тепловой схемы ППУ с ВВЭР и зависимость от них параметров вырабатываемого пара. Возможности использования схемы ступенчатого испарения в парогенераторной установке. Перспективы развития ВВЭР. Основные особенности ВВЭР-СКД. Новые ядерно-энергетические технологии и международная программа Generation-IV..

### 2. Физика реактора. Строение активной зоны реактора

#### 2.1. Физика реактора. Строение активной зоны реактора

Реакция деления : роль протонов и нейтронов, стабильные и нестабильные изотопы, влияние четности на стабильность ядра, спонтанное деление ядер и вынужденное деление ядер, понятие критической массы, теплоносителя и замедлителя, цепная самоподдерживающаяся реакция, роль тепловых и быстрых нейтронов в реакции деления, запаздывающие нейтроны. Физика реактора – общие сведения. (нейтронной мощности, периода, общие понятия о коэффициентах реактивности). Роль Th233, U235 и U238 в топливном цикле АЭС, добыча урана, процесс обогащения, перспективы замыкания топливного цикла..

### 3. Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки

#### 3.1. Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки

Основное оборудование реакторной установки - реактор, компенсатор давления, главные циркуляционные насосы, парогенераторы. Выбор конструкционных материалов. Основные проблемы эксплуатации реакторов типа ВВЭР с позиции технологии.

### 4. Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности

#### 4.1. Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности

Строение активной зоны реактора (топливные сборки и внутрикорпусные устройства реактора). Роль конструкционных материалов, влияние геометрии на физику реактора. Основные типы реакторов, используемых в составе одно-, двух- и трехконтурных энергоблоков АЭС. Особенности систем безопасности РУ с ВВЭР-440. Развитие систем безопасности : дополнительная система залива активной зоны, система пассивного отвода теплоты (СПОТ). Характеристика систем безопасности РУ с ВВЭР-СКДИ со спектральным регулированием мощности в течение кампании..

### 5. Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций.

#### 5.1. Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций.

ППУ охлаждаемые кипящим водным теплоносителем. Особенности реакторов корпусных (ВК) и канальных водо-графитовых (РБМК). Подходы к определению параметров вырабатываемого пара. О перегреве пара в реакторе – опыт эксплуатации энергоблоков с реакторами АМБ. ППУ с натрийохлаждаемыми реакторами. Особенности реактора типа БН. Понятие о коэффициенте воспроизводства ядерного горючего. Выбор основных управляемых параметров и параметров вырабатываемого пара. ППУ с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. Основные решения, принятые в проекте быстрого реактора с естественной безопасностью со свинцовым теплоносителем (БРЕСТ). ППУ с газоохлаждаемыми реакторами. Задача определения параметров пара для ППУ с реакторами магноксового типа. Основные особенности ППУ с усовершенствованными газоохлаждаемыми реакторами (AGR). Особенности ППУ с высокотемпературными гелийохлаждаемыми реакторами (HTGR). Основные характеристики и перспективы реакторов ВТГР (комплексное энергообеспечение) и ВТГБР (расширенное воспроизводство ядерного горючего)..

#### 6. Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы

6.1. Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы

Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы.

#### 7. Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП

7.1. Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП

Защита информации конфиденциального характера с использованием шифровальных (криптографических) средств. Обеспечение безопасности сетей передачи данных. Техническая защита информации от утечки по техническим каналам. Международные стандарты. Закон о техническом регулировании. Технические регламенты..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Основные нормативные документы при создании АЭС;
2. Принципиальная тепловая схема реакторной установки;
3. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности;
4. Вопросы эксплуатации атомных станций;
5. Документы для обеспечения качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС.;
6. Разработка программного обеспечения для АСУ ТП;
7. Строение активной зоны реактора.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные нормативные документы при создании АЭС"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физика реактора. Строение активной зоны реактора"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций."
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные нормативные документы при создании АЭС"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физика реактора. Строение активной зоны реактора"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций."
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
<b>Знать:</b>										
Основные нормативные документы, применяемые при создании АЭС	ИД-4ПК-2	+								Тестирование/Тест 1. Основные нормативные документы при создании АЭС. Физика реактора. Строение активной зоны реактора
основные аспекты кибербезопасности АСУТП АЭС	ИД-4ПК-2								+	Тестирование/Тест 4. Разработка программного обеспечения для АСУТП. Аспекты кибербезопасности АСУТП
основные контролируемые параметры и эксплуатационные пределы реакторной установки в процессе эксплуатации	ИД-4ПК-2					+		+		Тестирование/Тест 3. Мероприятия по проектированию и вводу в действие АЭС. Вопросы эксплуатации АЭС. Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС
характеристики основного оборудования тепловой схемы АЭС различных типов – реактора, парогенератора, паровой турбины	ИД-4ПК-2			+	+	+		+		Тестирование/Тест 2. Технологическая схема реакторной установки. Оборудование АЭС. Функции АСУТП. Тестирование/Тест 3. Мероприятия по проектированию и вводу в действие АЭС. Вопросы эксплуатации АЭС. Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС
общие вопросы физики ядерного реактора	ИД-4ПК-2		+							Тестирование/Тест 1. Основные нормативные документы при создании АЭС. Физика реактора. Строение активной зоны реактора

Уметь:								
составлять уравнения материальных и энергетических (тепловых) балансов применительно к элементам оборудования тепловых схем, определять способ решения системы уравнений	ИД-4ПК-2			+	+			Тестирование/Тест 2. Технологическая схема реакторной установки. Оборудование АЭС. Функции АСУТП.
разрабатывать структуру тепловых схем основных технологических установок и АЭС в целом, а также обоснованно выбирать значения управляемых параметров тепловых схем АЭС на основе опубликованных результатов технико-экономических исследований, эксплуатационных и проектных данных с учетом особенностей исследуемой или проектируемой АЭС, разрабатывать необходимую документацию	ИД-4ПК-2		+	+	+	+		Тестирование/Тест 1. Основные нормативные документы при создании АЭС. Физика реактора. Строение активной зоны реактора Тестирование/Тест 2. Технологическая схема реакторной установки. Оборудование АЭС. Функции АСУТП. Тестирование/Тест 3. Мероприятия по проектированию и вводу в действие АЭС. Вопросы эксплуатации АЭС. Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС
разрабатывать программное обеспечение для АСУТП	ИД-4ПК-2						+	Тестирование/Тест 4. Разработка программного обеспечения для АСУТП. Аспекты кибербезопасности АСУТП

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**10 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест 1. Основные нормативные документы при создании АЭС. Физика реактора. Строение активной зоны реактора (Тестирование)
2. Тест 2. Технологическая схема реакторной установки. Оборудование АЭС. Функции АСУТП. (Тестирование)
3. Тест 3. Мероприятия по проектированию и вводу в действие АЭС. Вопросы эксплуатации АЭС. Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС (Тестирование)
4. Тест 4. Разработка программного обеспечения для АСУТП. Аспекты кибербезопасности АСУТП (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №10)

Оценка по курсу рассчитывается как 0,4 оценки за экзамен плюс 0,6 средней оценки по мероприятиям текущего контроля.

В диплом выставляется оценка за 10 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Зорин, В. М. Атомные электростанции. Основной технологический процесс : учебное пособие для вузов по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления "Техническая физика" / В. М. Зорин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 304 с. - ISBN 978-5-383-00322-0 .;
2. Зорин В.М.- "Атомные электростанции", Издательство: "МЭИ", Москва, 2012 - (672 с.) <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383006047.html>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. SmathStudio.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
8. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

#### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-210/7в, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, стол для совещаний, экран, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-210/8а, Архив	шкаф



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Технология эксплуатации АЭС

(название дисциплины)

#### 10 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест 1. Основные нормативные документы при создании АЭС. Физика реактора. Строение активной зоны реактора (Тестирование)
- КМ-2 Тест 2. Технологическая схема реакторной установки. Оборудование АЭС. Функции АСУТП. (Тестирование)
- КМ-3 Тест 3. Мероприятия по проектированию и вводу в действие АЭС. Вопросы эксплуатации АЭС. Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС (Тестирование)
- КМ-4 Тест 4. Разработка программного обеспечения для АСУТП. Аспекты кибербезопасности АСУТП (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	7	11	14
1	Основные нормативные документы при создании АЭС					
1.1	Основные нормативные документы при создании АЭС		+			
2	Физика реактора. Строение активной зоны реактора					
2.1	Физика реактора. Строение активной зоны реактора		+	+	+	
3	Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки					
3.1	Технологическая схема реакторной установки. Принципиальная тепловая схема реакторной установки		+	+	+	
4	Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности					
4.1	Основное оборудование реакторной установки, типы реакторов. Классификация оборудования и функций АСУ ТП с точки зрения безопасности		+	+	+	
5	Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций.					
5.1	Мероприятия по проектированию и вводу в действие реакторов типа ВВЭР. Объемы испытаний на заводах изготовителях и площадке АЭС. Эксплуатация атомных станций.		+	+	+	

6	Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы				
6.1	Обеспечение качества при создании и вводе в действие современных энергоблоков АЭС. Основные разрабатываемые документы		+	+	
7	Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП				
7.1	Аспекты кибербезопасности АСУ ТП и разработки программного обеспечения для АСУ ТП				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25