

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: Физико-технические проблемы атомной энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5; 2 семестр - 2; всего - 7
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 16 часов; всего - 18 часов
Самостоятельная работа	1 семестр - 113,5 часов; 2 семестр - 51,5 часа; всего - 165,0 часа
в том числе на КП/КР	2 семестр - 51,5 часа;
Иная контактная работа	2 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	2 семестр - 0,5 часа; всего - 1,0 час

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зорин В.М.
	Идентификатор	R2399b81f-ZorinVM-8635fce7

В.М. Зорин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мелихов О.И.
	Идентификатор	Re9797a97-MelikhovOI-83f385d8

О.И. Мелихов

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

М.С. Хвостова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины состоит в изучение основ исследования и проектирования технологической схемы АЭС применительно как к основному технологическому процессу, так и к вспомогательным технологическим системам

Задачи дисциплины

- – освоение основных положений исследования и проектирования технологических (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-1 Способен анализировать и моделировать физические и технологические процессы, используемые в атомной энергетике	ИД-1 _{ПК-1} Владеет навыками исследования и проектирования технологической схемы АЭС применительно как к основному технологическому процессу, так и к вспомогательным технологическим системам	знать: - – назначение и основные характеристики технологических установок АЭС. уметь: - – разрабатывать структуру тепловых схем основных технологических установок и АЭС в целом, а также обоснованно выбирать значения управляемых параметров тепловых схем АЭС.
ПК-2 Владеет расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических и нейтронно-физических процессов в энергетическом оборудовании	ИД-1 _{ПК-2} Владеет навыками постановки и решения задач исследования и проектирования технологических (тепловых) схем	знать: - – основные термины и основы современной методологии исследования и проектирования технологических схем АЭС. уметь: - – составлять уравнения материальных и энергетических балансов применительно к элементам оборудования тепловых схем, определять способ решения системы уравнений, составляющих расчет тепловой схемы.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен самостоятельно определять направление и характер проводимых научно-практических работ, учитывать современные тенденции развития атомной энергетики	ИД-3 _{ПК-3} Знает современные тенденции развития атомной энергетики	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - – основные источники научно-технической информации по технологическим схемам АЭС и используемому в них оборудовании. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - – ставить и решать задачи исследования и проектирования технологических (тепловых) схем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Физико-технические проблемы атомной энергетики (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Техническая термодинамика, Методы решения инженерных задач, Турбомашины АЭС, Парогенераторы АЭС, Ядерные энергетические реакторы

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 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ 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	Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС	34	1	8	-	8	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и</p>
1.1	Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС	34		8	-	8	-	-	-	-	-	18	-	

													<p>подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], гл. 14-19 [2], раздел 1 [3], раздел 1 [5], гл. 10-13</p>
2	Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС	64	14	-	16	-	-	-	-	-	34	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС"</p>
2.1	Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС	64	14	-	16	-	-	-	-	-	34	-	<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического</p>

4	Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС"
4.1	Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Компоновка главного корпуса и генеральный

														<p>план АЭС и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], гл. 30-31 [5], гл. 30-31</p>
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	32		2		-	0.5		113.5	
	Курсовой проект (КП)	72.0	2	-	-	-	16	-	4	-	0.5	51.5	-	
	Всего за семестр	72.0		-	-	-	16	-	4	-	0.5	51.5	-	
	Итого за семестр	72.0		-	-	-	16		4		0.5		51.5	
	ИТОГО	252.0	-	32	-	32		18		4	1.0		165.0	

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. Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС

1.1. Паропроизводительные установки (ППУ) 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. Цели и порядок расчета тепловой схемы паропроизводительной установки (на примере ППУ с ВВЭР). 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). Свойства свинца, обеспечивающие новые качества реакторной установки. Ядерно-энергетическая технология с использованием свинцово-висмутового реактора малой мощности. Основные особенности реакторной установки СВБР-75/100. Перспективы ее использования. 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)..

2. Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС

2.1. Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС

Роль системы регенерации теплоты (СР). Теоретические решения по выбору основных управляемых параметров СР. Понятие о степени регенеративного подогрева воды. Особенности подогревателей и схемы их включения для части высокого и низкого давления СР. Управляемые параметры тепловой схемы ПТУ, связанные с конструктивными особенностями подогревателей высокого (ПВД) и низкого (ПНД) давления. Особенности подогревателей смешивающего типа. Основы термической деаэрации воды. Назначение и структура деаэрационной установки. Способы включения деаэратора постоянного давления в тепловую схему. Питательная установка – одно-, двухподъемная. Схемы питательных установок. Особенности турбопривода питательного насоса. Теплофикационная установка (ТфУ). Потребители тепловой энергии и графики тепловой нагрузки. Температурный график ТфУ и способы регулирования тепловой нагрузки. Выбор основных управляемых параметров ТфУ. Конструктивные особенности сетевых подогревателей. Подготовка добавочной воды для теплосети (вспомогательная технологическая система). Потребители пара для собственных нужд электростанции. Испарители в тепловой схеме. Применение испарителей на одноконтурной АЭС. Система промежуточных перегрева и сепарации пара турбины – назначение и применяемые схемы. Конструктивные особенности сепараторов и сепараторов-пароперегревателей. Управляемые параметры системы. Выбор разделительного давления турбины. Турбина в тепловой схеме ПТУ. Характеристики потока влажного пара; допустимая влажность пара. Особенности основных выбираемых параметров влажнопаровых турбин. Внутренний относительный КПД и возможные способы его оценки для цилиндров турбины. Построение h,s -диаграммы процесса расширения пара в турбине.

Вспомогательные системы турбины; система концевых уплотнений. Насосы в тепловой схеме АЭС. Основные параметры и способы их определения. Характеристики насосов. Виды используемых насосов и их основные особенности. Трубопроводы электростанции и их основные характеристики; опоры и подвески. Энергетическая арматура – запорная, регулирующая, предохранительная – конструктивные особенности и основные характеристики. Схема главных паропроводов турбины большой мощности. Схемы питательных трубопроводов. Тепловые схемы паротурбинных установок и основные этапы их расчета..

3. Вспомогательные технологические системы реакторной установки

3.1. Вспомогательные технологические системы реакторной установки

Общая характеристика вспомогательных технологических систем. Системы нормальной эксплуатации на примере РУ с ВВЭР-1000. Система компенсации давления – назначение, схема и особенности установленного оборудования, принцип действия. Система продувки-подпитки первого контура – назначение, схема, принцип действия. Назначение и краткая характеристика систем высокотемпературной байпасной очистки теплоносителя, организованных протечек, промконтур, продувки парогенераторов, боросодержащей воды и борного концентрата, дистиллята, подготовки химреагентов для ввода в теплоноситель. Системы, обеспечивающие отвод теплоты от оборудования вспомогательных систем в окружающую среду. Обеспечение безопасности РУ посредством глубоко эшелонированной защиты от выхода радиоактивных веществ, содержащихся в ядерном топливе. Защитная оболочка РУ. Системы ВВЭР – аварийно-планового расхолаживания активной зоны (САОЗ), спринклерная, аварийного ввода бора высокого давления и аварийного впрыска бора, аварийного паро-газоудаления, аварийной питательной воды – назначения, схемы, основные характеристики. Функционирование систем безопасности при проектных авариях. Особенности систем безопасности РУ с ВВЭР-440. Развитие систем безопасности в проекте «АЭС-2006»: дополнительная система залива активной зоны, система пассивного отвода теплоты (СПОТ). Характеристика систем безопасности РУ с ВВЭР-СКДИ со спектральным регулированием мощности в течение кампании. Вспомогательные технологические системы РУ одноконтурной АЭС с РБМК. Системы нормальной эксплуатации: продувки и расхолаживания (СПИР), очистки продувочной воды КМПЦ. Системы безопасности: аварийного охлаждения реактора (САОР), локализации аварий – назначение, схемы и состав оборудования, принцип действия. Вспомогательные технологические системы реакторной установки с БН-600: заполнения контуров натрием, очистки натриевого теплоносителя с помощью холодных ловушек. Расхолаживание реактора в нормальных условиях эксплуатации и при авариях. Функционирование систем и оборудования при авариях с нарушением межконтурной плотности и взаимодействием воды с натрием. Система аварийного расхолаживания с воздушным теплообменником в проекте РУ с БН-800. Назначение технологической вентиляции на АЭС. Организация вентиляции гермозоны и обстройки реакторного отделения АЭС с ВВЭР-1000: назначения и требования к приточно-вытяжным и рециркуляционным вентиляционным системам, их состав и основные характеристики..

4. Компонировка главного корпуса и генеральный план АЭС

4.1. Компонировка главного корпуса и генеральный план АЭС

Определение и основные требования к компоновке. Виды компоновки главного корпуса АЭС: сомкнутая, разомкнутая, интегральная (в проекте). Взаимное расположение реакторного отделения и машзала, продольное и поперечное расположение турбоагрегатов. Островной принцип компоновки оборудования в машзале. Примеры компоновок АЭС с

ВВЭР-440, ВВЭР-1000, РБМК-1000, БН-600. Особенности компоновки турбин с боковым расположением конденсаторов. Особенности компоновки оборудования паротурбинной установки одноконтурной АЭС. Основные требования к разработке генерального плана АЭС..

3.3. Темы практических занятий

1. Курсовой проект;
2. Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС;
3. Вспомогательные технологические системы реакторной установки;
4. Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС;
5. Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вспомогательные технологические системы реакторной установки"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС"
2. Консультации проводятся по разделу "Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС"
3. Консультации проводятся по разделу "Вспомогательные технологические системы реакторной установки"
4. Консультации проводятся по разделу "Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вспомогательные технологические системы реакторной установки"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

2 Семестр

Курсовой проект (КП)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел	1, 2	3, 4, 5,	1, 2, 3,	9, 10	Защита

курсового проекта		6	4, 5, 6, 7, 8		курсового проекта
Объем раздела, %	20	30	40	10	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	50	90	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Выбор основных параметров принципиальной тепловой схемы блока АЭС
2	Выбор параметров и разработка принципиальной тепловой схемы ПТУ
3	Расчет тепловой схемы ПТУ
4	Расчет расходных характеристик низкопотенциальной части энергоблока
5	Расчет тепловой схемы паропроизводительной установки
6	Расчет показателей тепловой экономичности энергоблока АЭС
7	Разработка схемы какого-либо элемента или системы одной из установок АЭС
8	Разработка развернутой тепловой схемы энергоблока
9	Оформление пояснительной записки
10	Выполнение графической части проекта

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	
Знать:						
– назначение и основные характеристики технологических установок АЭС	ИД-1ПК-1	+				Тестирование/Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС.
– основные термины и основы современной методологии исследования и проектирования технологических схем АЭС	ИД-1ПК-2			+		Контрольная работа/Вспомогательные технологические системы и системы безопасности АЭС. Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС.
– основные источники научно-технической информации по технологическим схемам АЭС и используемому в них оборудовании	ИД-3ПК-3				+	Контрольная работа/Вспомогательные технологические системы и системы безопасности АЭС. Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС.
Уметь:						
– разрабатывать структуру тепловых схем основных технологических установок и АЭС в целом, а также обоснованно выбирать значения управляемых параметров тепловых схем АЭС	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС. Вспомогательные технологические системы и системы безопасности АЭС. Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС
– составлять уравнения материальных и энергетических балансов применительно к элементам оборудования тепловых схем, определять способ решения системы уравнений, составляющих расчет тепловой схемы	ИД-1ПК-2			+		Контрольная работа/Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС
– ставить и решать задачи исследования и проектирования технологических (тепловых) схем	ИД-3ПК-3				+	Контрольная работа/Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС. Вспомогательные технологические системы и системы безопасности АЭС. Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Вспомогательные технологические системы и системы безопасности АЭС. Компонировка главного корпуса и генеральный план АЭС. (Контрольная работа)
2. Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС. (Тестирование)
3. Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС. Вспомогательные технологические системы и системы безопасности АЭС. Компонировка главного корпуса и генеральный план АЭС (Контрольная работа)
4. Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

В приложение к диплому выносятся оценка за 1 семестр и за курсовой проект.

В диплом выставляется оценка за 1 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 : учебное пособие для вузов по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления "Техническая физика" / В. М. Зорин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 672 с. - ISBN 978-5-383-00604-7 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4237>;
2. 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 .;
3. Зорин, В. М. Атомные электростанции : методическое пособие по курсу "Атомные электростанции" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / В. М. Зорин, В. П. Дик, И. В. Гордеева ; Общ. ред. В. М. Зорин ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 44 с.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=2848>;
4. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник : в 4 кн. / Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 4-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . - ISBN 978-5-383-00015-1 .
Кн.3 : Тепловые и атомные электростанции / М. С. Алхутов, и др. ; Общ. ред. А. В.

Клименко, В. М. Зорин . – 2007 . – 648 с. - ISBN 978-5-383-00018-2 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4275>;

5. 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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-320, Учебная аудитория	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-305, Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-305, Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Т-305, Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-317, Помещение учебно-вспомогательного	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер

	персонала	
--	-----------	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Атомные электростанции**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС. (Тестирование)
 КМ-2 Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС (Контрольная работа)
 КМ-3 Вспомогательные технологические системы и системы безопасности АЭС. Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС. (Контрольная работа)
 КМ-4 Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС. Вспомогательные технологические системы и системы безопасности АЭС. Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС					
1.1	Паропроизводительные установки (ППУ) АЭС		+			+
2	Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС					
2.1	Паротурбинные установки (ПТУ) АЭС			+		
3	Вспомогательные технологические системы реакторной установки					
3.1	Вспомогательные технологические системы реакторной установки				+	+
4	Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС					
4.1	Компоновка главного корпуса и генеральный план АЭС				+	
Вес КМ, %:			15	30	15	40

2 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:****Вид промежуточной аттестации – .**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:
		Неделя КМ:

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Атомные электростанции

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-2 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-3 Оценка выполнения разделов КР (отсутствие/наличие ошибок)
- КМ-4 Оценка выполнения разделов КР (отсутствие/наличие ошибок)

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Выбор основных параметров принципиальной тепловой схемы блока АЭС		+		+	
2	Выбор параметров и разработка принципиальной тепловой схемы ПТУ		+		+	
3	Расчет тепловой схемы ПТУ			+	+	
4	Расчет расходных характеристик низкопотенциальной части энергоблока			+	+	
5	Расчет тепловой схемы паропроизводительной установки			+	+	
6	Расчет показателей тепловой экономичности энергоблока АЭС			+	+	
7	Разработка схемы какого-либо элемента или системы одной из установок АЭС				+	
8	Разработка развернутой тепловой схемы энергоблока				+	
9	Оформление пояснительной записки					+
10	Выполнение графической части проекта					+
Вес КМ, %:			20	30	40	10