

**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: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЭС И 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.05.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 7;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 48 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 48 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 117,2 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>7 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Отчет</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,8 часа;</b>
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>7 семестр - 0 часов;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Печенкин С.П.
	Идентификатор	R96f6ebae-PechenkinSP-00ff3095

С.П. Печенкин

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ильина И.П.
	Идентификатор	Rb7b75d71-IlinaIP-12ff3095

И.П. Ильина

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В. Шацких

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В. Шацких

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение технологии производства электроэнергии и тепла на тепловых и атомных электростанциях (ТЭС и АЭС) и конструктивных особенностей их основного и вспомогательного оборудования, методов оценки эффективности работы, основ проектирования и эксплуатации оборудования ТЭС и АЭС с учетом обеспечения экологической безопасности и принципами устойчивого развития.

### Задачи дисциплины

- овладение знаниями о применяемом на ТЭС и АЭС оборудовании, методах его расчета и проектирования;
- овладение знаниями о надежности и экономичности тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС и их общестанционных систем;
- овладение основами конструкторского расчета тепловых схем ТЭС и АЭС;
- овладение методами оценки степени негативного влияния объектов энергетики на окружающую среду с учетом принципов устойчивого развития при их проектировании и эксплуатации.

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
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	ИД-4 <sub>УК-8</sub> Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на состояние природной среды и устойчивое развитие общества	знать: - основные принципы обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития.  уметь: - проводить оценку степени негативного влияния объектов энергетики на окружающую среду.
ПК-2 Способен участвовать в организации работы теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы объектов профессиональной деятельности с учетом обеспечения экологической безопасности в соответствии с технологией производства	знать: - основные конструктивные характеристики тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС и их общестанционных систем; - методики конструкторского расчета принципиальных схем ТЭС и АЭС; - принципиальные схемы современных ТЭС (КЭС и ТЭЦ) и АЭС и их параметры.  уметь: - проводить конструкторские расчеты тепловых схем ТЭС и АЭС по типовым методикам используя справочную литературу;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расчеты основных конструктивных характеристик тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС и их общестанционных систем;</li> <li>- участвовать в проведении испытаний теплотехнического оборудования, обработке и анализе экспериментальных данных.</li> </ul>
РПК-1 Способен определять энергоэффективность теплотехнического оборудования в сфере профессиональной деятельности	ИД-2рпк-1 Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные показатели тепловой экономичности ТЭС и АЭС.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять показатели тепловой экономичности ТЭС и АЭС.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы технической термодинамики и тепломассообмена
- знать конструкции и принципы работы энергетических паровых котлов
- знать конструкции и принципы работы паровых турбин
- уметь пользоваться  $h-S$ -диаграммой, таблицами теплофизических свойств воды и водяного пара
- уметь составлять уравнения теплового баланса

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	Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.	34	7	8	4	8	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения" материалу.
1.1	Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.	34		8	4	8	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения". и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], стр. 12-17; 23-25
2	Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.	34		10	-	10	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает
2.1	Конструкторский	34		10	-	10	-	-	-	-	-	14	-	

	<p>расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.</p>											<p>пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: параметров рабочего тела (давления, температуры, энтальпии, расхода) по элементам тепловой схемы, энергетических показателей энергоблока. Графическая часть представляет собой чертеж принципиальной тепловой схемы энергоблока КЭС заданной мощности. ЗАДАНИЕ на выполнение конструкторского расчета блока КЭС 1 Мощность турбоустановки <math>N_э</math> МВт 2 Начальные параметры пара <math>P_0/t_0</math> Мпа/0С 3 Параметры промперегрева <math>P_{пп}/t_{пп}</math> Мпа/0С 4 Конечное давление <math>P_k</math> Мпа 5 Температура питательной воды <math>t_{пв}</math> 0С 6 Давление пара в деаэраторе <math>P_d</math> МПа 7 Схема включения деаэратора - на собственном 4 отборе турбины 8 Тип привода питательного - Турбопривод с конденсацией предвключенный в 3 отбор турбины 9 Внутренние относительные КПД турбины по отсекам <math>\eta_{iчвд}</math> <math>\eta_{iчсд}</math> <math>\eta_{iчнд}</math> 10 Внутренний относительный КПД турбопривода <math>\eta_{iтп}</math> 11 Величина относительного расхода утечек пара и конденсата <math>\alpha_{ут}</math> 12 Величина относительного расхода продувки барабанного котла <math>\alpha_{пр}</math> 13 Вид топлива 14 Число регенеративных подогревателей: - ПВД и ПНД шт 15 Число поверхностных ПНД шт 16 Число смешивающих ПНД шт 17 Недогревы в ПВД <math>\Delta t_{пвд}</math> 0С 18 Недогревы в ПНД <math>\Delta t_{пнд}</math> 0С 19 Метод подготовки добавочной воды Химический или Термический</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов</p>
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

													<p>обработки результатов по изученному в разделе "Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 148-159; 167-174</p>
3	Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.	30	6	4	6	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ" материалу.</p>
3.1	Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.	30	6	4	6	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ" и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 69-70; 75-79</p>
4	Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные	36	8	6	8	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы по изученному в разделе "Элементы</p>

	сооружения и установки ТЭС и АЭС.												принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС" материалу.
4.1	Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.	36	8	6	8	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС" и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 130-140; 163-166 [4], стр. 107-117; 125-131
5	Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества.	42	16	-	16	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества" и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Гл.1,2
5.1	Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества.	42	16	-	16	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Гл.1,2
6	Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ	3.7	-	2	-	-	-	-	-	-	1.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка отчетов по лабораторным работам и повторение материала по разделу "Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ"
6.1	Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ	3.7	-	2	-	-	-	-	-	-	1.7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 37-39; 66-67
	Экзамен	36.3	-	-	-	-	2	-	-	0.8	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36	-	-	-	16	-	4	-	-	16	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>252.0</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>83.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>252.0</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>117.2</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.

1.1. Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.

Развитие энергетики в России и других странах. Типы тепловых и атомных электростанций, их влияние на окружающую среду. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС. Пути повышения тепловой экономичности ТЭС и АЭС: влияние начальных и конечных параметров, промежуточный перегрев пара, схемы осушки пара установок АЭС, регенеративный подогрев конденсата и питательной воды на ТЭС и АЭС. Перспективные направления по повышению КПД ТЭС и АЭС..

### 2. Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.

2.1. Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.

Виды расчетов принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС: конструкторский, поверочный. Методика конструкторского расчета принципиальной схемы КЭС. Особенности методики конструкторского расчета принципиальной схемы АЭС. Особенности расчета тепловых схем ТЭС..

### 3. Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.

3.1. Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.

Экономия топлива при совместном (комбинированном) производстве электроэнергии и тепла на ТЭЦ. Тепловые нагрузки электростанций, графики тепловых нагрузок. Отпуск тепла промышленным предприятиям на технологические нужды. Отпуск тепла на отопление, вентиляцию и бытовые нужды. Схемы подогрева сетевой воды. Способы регулирования тепловой нагрузки. Температурный и расходный графики сетевой воды. Коэффициент теплофикации. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ..

### 4. Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.

4.1. Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.

Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС: деаэрактор, питательные и конденсатные насосы, регенеративные подогреватели (ПВД, ПНД), сепараторы-пароперегреватели, схемы включения, конструкции, расчет характеристик. Системы технического водоснабжения на ТЭС и АЭС. Компоновка главного корпуса ТЭС и АЭС. Выбор площадки для строительства электростанции, генеральные планы ТЭС и АЭС..

### 5. Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества.

5.1. Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества.

Устойчивое развитие: понятие, основные принципы. Экологическая, экономическая и социальные компоненты устойчивого развития. Международное и российское законодательство в области устойчивого развития. Основные принципы обеспечения качества окружающей среды. Основные рычаги управления системой экологической безопасности. Международное сотрудничество и международный опыт в решении экологических проблем..

### 6. Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ

#### 6.1. Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ

Схема топливного хозяйства ТЭЦ МЭИ. Принципиальная тепловая схема ТЭЦ. Котельное оборудование ТЭЦ МЭИ, проведение испытания котла, обработка и анализ полученных результатов. Паротурбинное оборудование ТЭЦ МЭИ, проведение испытания турбоустановки, обработка и анализ и полученных результатов. Схемы включения и конструкции вспомогательное оборудования и сооружений ТЭЦ МЭИ..

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

1. Турбоустановка АЭС, определение влияния сепаратора и промежуточного пароперегревателя на конечную влажность;
2. Определение показателей тепловой экономичности ТЭС и АЭС;
3. Распределение регенеративного подогрева воды в схемах турбоустановок без промежуточного перегрева пара и определение оптимальных параметров пара в отборах турбины;
4. Распределение регенеративного подогрева воды в схемах турбоустановок с промежуточным перегревом пара, определение параметров индифферентной точки;
5. Баланс рабочего тела на ТЭС и АЭС, способы восполнения потерь пара и воды;
6. Отпуск тепла тепловому потребителю на отопление и горячее водоснабжение;
7. Определение показателей тепловой экономичности ТЭЦ;
8. Рассмотрение конструкций ПНД поверхностного и смешивающего типа. Определение поверхности теплообмена ПНД поверхностного типа;
9. Системы технического водоснабжения. Определение расхода технической воды на ТЭС и АЭС;
10. Рассмотрение генеральных планов ТЭС и АЭС;
11. Влияние объектов профессиональной деятельности на устойчивое развитие общества. Оценка степени негативного влияния на окружающую среду выбросов в атмосферу при сжигании твердых топлив;
12. Основные экологические проблемы планеты. Оценка степени негативного влияния на окружающую среду выбросов оксидов азота и оксидов серы;
13. Категорирование предприятий по степени негативного воздействия на окружающую среду. Оценка степени негативного влияния на окружающую среду при рассеивании загрязняющих выбросов в атмосферу, определение требуемой высоты дымовой трубы;
14. Нормирование негативного воздействия на окружающую среду. Оценка степени негативного влияния на окружающую среду от шума энергетических объектов;
15. Основные рычаги управления экологической безопасностью ТЭС;
16. Вводное занятие. Турбоустановка КЭС с промежуточным перегревом пара, определение влияния промежуточного перегрева пара на конечную влажность;
17. Рассмотрение конструкций ПВД. Составление температурного графика ПВД;
18. Заключительное занятие. Получение допуска к экзамену;

19. Рассмотрение различных типов компоновок главного корпуса ТЭС и АЭС;
20. Оценка степени негативного влияния ТЭС на окружающую среду загрязняющих выбросов в атмосферу и физических воздействий.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение схем включения и конструкций элементов вспомогательного оборудования ТЭЦ: деаэратора, ПНД, ПВД, сетевых подогревателей, насосов. Изучение схемы технического водоснабжения.;
2. Изучение тепловой схемы турбоустановки. Проведение испытания турбины, снятие ее характеристик, обработка результатов, определение показателей тепловой экономичности турбоустановки.;
3. Изучение котельного оборудования ТЭЦ МЭИ. Изучение схемы обработки воды на ВПУ. Проведение испытания котла, снятие его характеристик, обработка результатов, определение КПД брутто котла;
4. Изучение принципиальной тепловой схемы ТЭЦ МЭИ. Изучение топливного хозяйства ТЭЦ МЭИ и влияния вида сжигаемого топлива на экологию..

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС."

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества."

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 7 Семестр

#### Курсовая работа (КР)

Темы:

- Расчет принципиальной тепловой схемы блока КЭС на докритических параметрах с барабанным котлом
- Расчет принципиальной тепловой схемы блока КЭС на сверхкритических параметрах с прямоточным котлом
- Расчет принципиальной тепловой схемы блока КЭС на суперсверхкритических параметрах
- Расчет принципиальной тепловой схемы блока двухконтурной АЭС с реактором ВВЭР
- Расчет принципиальной тепловой схемы блока одноконтурной АЭС с реактором РБМК

### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 6	7 - 10	11 - 14	15 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2, 3	2, 3	1, 2, 3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	30	50	10	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	40	90	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.
2	Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.
3	Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.

### 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	
<b>Знать:</b>								
основные принципы обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития	ИД-4 <sub>УК-8</sub>						+	Контрольная работа/Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества.
методики конструкторского расчета принципиальных схем ТЭС и АЭС	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>		+					Контрольная работа/Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.
основные конструктивные характеристики тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС и их общестанционных систем	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>					+		Контрольная работа/Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.
принципиальные схемы современных ТЭС (КЭС и ТЭЦ) и АЭС и их параметры	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>	+		+				Контрольная работа/Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.  Контрольная работа/Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.
основные показатели тепловой экономичности ТЭС и АЭС	ИД-2 <sub>РПК-1</sub>	+						Контрольная работа/Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.
<b>Уметь:</b>								
проводить оценку степени негативного влияния объектов энергетики на окружающую среду	ИД-4 <sub>УК-8</sub>						+	Контрольная работа/Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества.

участвовать в проведении испытаний теплотехнического оборудования, обработке и анализе экспериментальных данных	ИД-1ПК-2						+	Отчет/Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ
проводить расчеты основных конструктивных характеристик тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС и их общестанционных систем	ИД-1ПК-2			+	+			Контрольная работа/Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.  Контрольная работа/Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.
проводить конструкторские расчеты тепловых схем ТЭС и АЭС по типовым методикам используя справочную литературу	ИД-1ПК-2	+	+					Контрольная работа/Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.  Контрольная работа/Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.
определять показатели тепловой экономичности ТЭС и АЭС	ИД-2РПК-1	+		+				Контрольная работа/Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.  Контрольная работа/Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества. (Контрольная работа)
2. Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. (Контрольная работа)
3. Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС. (Контрольная работа)
4. Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения. (Контрольная работа)
5. Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС. (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ (Отчет)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

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

Экзамен (Семестр №7)

Итоговая оценка за освоение дисциплины выставляется с учетом баллов семестровой составляющей и экзаменационной составляющей.

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

Итоговая оценка за выполнение курсовой работы выставляется с учетом баллов семестровой составляющей и оценки за защиту .

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Тепловые схемы и теплоэнергетическое оборудование ТЭЦ МЭИ : Учебное пособие по курсу "ТЭС и АЭС" по специальностям 100100,100200,100500,100600 / Б. В. Богомолов, В. Д. Буров, А. В. Клевцов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. Л. А. Федорович . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 80 с. - ISBN 5-7046-0733-0 .  
[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4316;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4316)

2. Тупов В.Б.- "Факторы физического воздействия ТЭС на окружающую среду",  
Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011966.html>;
3. Стерман, Л. С. Тепловые и атомные электрические станции : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин . – 5-е изд., стереотип . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 464 с. - ISBN 978-5-383-00466-1 .;
4. Елизаров Д.П.- "Тепловые электрические станции", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014202.html>;
5. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / В. Я. Рыжкин ; Ред. В. Я. Гиршфельд . – 4-е изд., стер . – М. : Арис, 2014 . – 328 с. - ISBN 978-5-905616-07-5 .;
6. Методические указания по проведению практических занятий по курсу "Тепловые и атомные электрические станции" : методическое пособие по направлениям "Теплоэнергетика" и "Энергомашиностроение" / И. П. Ильина, А. А. Бакластов, Е. Н. Потапкина, А. П. Рыков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 48 с.  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=1446>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Acrobat Reader;
3. Электронная энциклопедия энергетики.

### 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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-205, Учебная лаборатория технической термодинамики	рабочее место сотрудника, стол преподавателя, стол, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, инвентарь специализированный, стенд лабораторный, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-413/6, Учебная аудитория	рабочее место сотрудника, стол преподавателя, стул, доска меловая, наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-506а, Учебно-научная лаборатория по исследованию парогазовых и	стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер

	газотурбинных ТЭС	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки
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
	НТБ-203, Отдел обслуживания научной литературой	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол компьютерный, стул, стол письменный, Витрина, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, журналы
Помещения для консультирования	Т-509, Кабинет заведующего кафедрой ТЭС	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-507, Архив, библиотека кафедры	стеллаж для хранения книг, стол, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### ТЭС и АЭС

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения. (Контрольная работа)
- КМ-2 Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС. (Контрольная работа)
- КМ-3 Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. (Контрольная работа)
- КМ-4 Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС. (Контрольная работа)
- КМ-5 Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества. (Контрольная работа)
- КМ-6 Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ (Отчет)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	6	8	10	12	14	16
1	Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.							
1.1	Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.		+	+	+			
2	Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.							
2.1	Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.		+	+				
3	Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.							

3.1	Комбинированное производство электроэнергии и тепла на ТЭС. Отпуск тепла тепловым потребителям от ТЭЦ. Способы регулирования тепловой нагрузки. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.	+		+	+		
4	Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.						
4.1	Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.			+	+		
5	Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества.						
5.1	Влияния объектов энергетики на состояние природной среды и устойчивое развитие общества.					+	
6	Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ						
6.1	Защита лабораторных работ проводимых на ТЭЦ МЭИ						+
Вес КМ, %:		10	15	15	17	18	25

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЭС и АЭС

(название дисциплины)

7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Составление расчетной схемы блока КЭС
- КМ-2 Составление таблицы параметров воды и пара по элементам тепловой схемы
- КМ-3 Выполнение расчета тепловой схемы и сдача его на проверку
- КМ-4 Оформление КР и получение допуска на защиту

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	6	10	14	16
1	Типы тепловых и атомных электростанций. Принципиальные и структурные схемы ТЭС и АЭС. Показатели тепловой и общей экономичности КЭС и АЭС, пути их повышения.		+			+
2	Конструкторский расчет тепловой схемы КЭС. Особенности расчета тепловой схемы АЭС.			+	+	+
3	Элементы принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Производственные сооружения и установки ТЭС и АЭС.			+	+	+
Вес КМ, %:			10	30	50	10