

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: ТЭС: схемы, системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЭС**

<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.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4; 2 семестр - 5; всего - 9</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>324 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 32 часа; всего - 48 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 2 часа; всего - 4 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 93,5 часа; 2 семестр - 97,5 часа; всего - 191,0 час</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>Решение задач</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа; всего - 1,0 час</b>

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

---

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ильин Е.Т.
	Идентификатор	R03768be5-IlinYT-edc34583

Е.Т. Ильин

---

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

---

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Олейникова Е.Н.
	Идентификатор	R1baf83c5-OleynikovaYN-375dcd6

Е.Н.  
Олейникова

---

Заведующий выпускающей  
кафедрой

---

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дудолин А.А.
	Идентификатор	Rb94958b9-DudolinAA-83802984

А.А. Дудолин

---

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины: изучение процессов и принципов действия основного и вспомогательного оборудования объектов ПД в реальных условиях эксплуатации, методов совершенствования режимов работы, технологических схем и конструкции оборудования для повышения эффективности, современных методов исследований и расчетов для последующего использования их в самостоятельной работе

### Задачи дисциплины

- изучение основных способов повышения маневренности и эффективности работы основного и вспомогательного оборудования тепловых электрических станций;
- овладение методами расчета основных процессов и способы повышения эффективности эксплуатации оборудования ТЭС, в стационарных, переходных, пусковых и остановочных режимах;
- изучение правил эффективной эксплуатации основного оборудования ТЭС в условиях рынка;
- изучение правила оптимального выбора состава оборудования и уровня его загрузки в условиях рынка;
- изучение методов планирования и проведения испытаний технологического оборудования;;
- овладение методами расчета режимов работы оборудования с использованием типовых методик и разработке методик расчета для разрабатываемых технологических процессов и режимов работы;
- изучения принципов принятия оптимальных решений.

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 к проектно-конструкторской деятельности в сфере тепло-энергетики и теплотехники	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует способность участвовать в разработке и совершенствовании оборудования, оптимизации режимов работы и технологических систем	знать: - методы расчета основных процессов эксплуатации оборудования в различных режимах; - правила эффективной эксплуатации оборудования; - способы повышения эффективности технологических систем; - принципы принятия оптимальных решений; - способы повышения маневренности оборудования.  уметь: - рассчитывать и выбирать оптимальный режим работы генерирующего оборудования с учетом спроса и предложения на ОРЭМ; - определять оптимальный состав и режимы работы генерирующего оборудования с использованием современных методов расчета; - планировать режимы работы ТЭС и определять потребности производства в

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		топливно-энергетических ресурсах и разрабатывать нормы их расхода; - проводить технический, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ работы действующего оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе ТЭС: схемы, системы и агрегаты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дисциплины уровня бакалавриата 13.03.01
- уметь рассчитывать термодинамические циклы и определять свойства веществ
- уметь рассчитывать теплообменное оборудование
- уметь рассчитывать конструкцию котлов
- уметь рассчитывать конструкцию турбин
- уметь рассчитывать принципиальные тепловые схемы ТЭС и показатели тепловой экономичности
- уметь рассчитывать технологическую схему ГТУ и ПГУ

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 9 зачетных единиц, 324 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	Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности. Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности. Переходные режимы работы.	16	1	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "1". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 1, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.2. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "1". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 1, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.1. Сделать выводы по полученным результатам задания. (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 67-88 [3], 307-310 [5], 21-44</p>
1.1	Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности. Переходные процессы и их влияние на показатели тепло-вой экономичности и надежности.	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	

	Переходные режимы работы.												
2	Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "2". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 2, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.3.2. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "2". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 2, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.3.1. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 52-61 [3], 311-318, 330-342</p>
2.1	Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3	Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Показатели тепловой экономичности	26	2	-	8	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "3". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 3, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.5.2. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "3". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 3, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с</p>
3.1	Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Ограничения и	26	2	-	8	-	-	-	-	-	16	-	

	показатели тепловой экономичности режимов.													заданным вариантом заданий 1.5.1. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа) <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "3". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 3, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.4.1. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа) <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "3". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 3, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.4.2. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа) <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 327-330 [5], 64-73
4	Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности	34		4	-	10	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "4". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 4, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.9 (часть2). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа) <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "4". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 4, подготовиться к практическому занятию. Выполнить
4.1	Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения	34		4	-	10	-	-	-	-	-	20	-	

	провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности													<p>расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.9 (часть1). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "4". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 4, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.8. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "4". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 4, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.7. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "4". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 4, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.6. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 318-326 [4], 25-58</p>
5	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков.	18		4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "5". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 5, подготовиться к</p>

	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями													практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.10 (часть2). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)
5.1	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями	18		4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "5". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 5, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.10 (часть 1). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа) <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 99-148 [4], 231-242 [8], 6-32
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		16	-	32	2	-	-	0.5	93.5			
6	Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности. Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме	36	2	8	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 1. Оформление отчета. Подготовка к защите лабораторной работы (трудоемкость 4 часа) <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "6". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 6, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.3.б. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)
6.1	Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации	16		6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "6". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 6, подготовиться к

	оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности.													практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.3. а. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)
6.2	Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме	20	2	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "6". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 6, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.2. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "6". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 6, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.1. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], 56-87</p>	
7	Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения. Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии	38	10	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 2. Оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к защите (трудоемкость 4 часа)</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "7". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 7, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.6.(часть 2). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)</p>	

7.1	Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения.	16	6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "7". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 7, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.6.(часть 1). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)
7.2	Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии	22	4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "7". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 7, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.5. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа) <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "7". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 7, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.4. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа) <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 108-116
8	Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования. Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и	34	6	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе 3. Оформление и подготовка отчета по результатам выполненной работе. Подготовка к защите. (трудоемкость 4 часа) <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Изучение материалов раздела "8". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 8, подготовиться к





													<b><u>источников:</u></b> [4], 151-175 [7], 127-154
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	180.0		32	16	32	-	2	-	-	0.5	64	33.5
	Итого за семестр	180.0		32	16	32	2	-	-	0.5	97.5		
	<b>ИТОГО</b>	<b>324.0</b>	-	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>4</b>	-	-	<b>1.0</b>	<b>191.0</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. Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности. Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности. Переходные режимы работы.

1.1. Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности. Переходные процессы и их влияние на показатели тепло-вой экономичности и надежности. Переходные режимы работы.

Понятие маневренности. Основные факторы определяющие маневренность оборудования. Напряжения в элементах оборудования при работе в переменных режимах. Допустимые скорости прогрева и расхолаживания оборудования. Способы повышения маневренности. Методы повышения маневренности и регулировочного диапазона. Конструктивные и режимные мероприятия. Их сравнительная эффективность. Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности. Переменные режимы работы. Температурные напряжения в металле в переходных режимах работы оборудования. Затраты топлива при работе в переходных режимах связанные с нестационарностью процесса. Ресурс металла Малоцикловая надежность, способы определения допустимых циклов для различных способов резервирования..

#### 2. Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров

2.1. Отклонение основных пара-метров пара от номинальных параметров

Отклонение начальных и конечных параметров пара от номинальных параметров. Влияние отклонений на маневренность, надежность и экономичность эксплуатации.

#### 3. Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Показатели тепловой экономичности

3.1. Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Ограничения и показатели тепловой экономичности режимов.

Перегрузочные возможности основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Способы получения дополнительной мощности на конденсационных энергоблоках за счет режимных мероприятий (форсирование котла, отключение ПВД). Расчет затрат топлива в режимах получения пиковой мощности. Оценка экономической эффективности режимов. Способы получения дополнительной электрической мощности на теплофикационных агрегатах, области их применения, сравнительная эффективность. Надежность работы оборудования ТЭЦ в режимах с повышенной нагрузкой. Способы получения дополнительной мощности на ГТУ и ПГУ..

#### 4. Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности

4.1. Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности

Способы прохождения провалов нагрузки. Разгрузка энергоблоков. Пуско-остановочные режимы. Малопаровые режимы. Моторный режим и режим горячего вращающегося резерва. Режим холостого хода и режим собственных нужд. Преимущества и недостатки. Расчет затрат топлива при различных способах прохождения провалов нагрузки. Оптимизация работы энергоблоков в малорасходных режимах. Использование теплофикационных агрегатов для прохождения провалов нагрузки.

5. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков.  
Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями

5.1. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков.

Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями

Тенденции в развитии пусковых схем и технологий пуска. Совершенствование пусковых схем. Основные факторы, ограничивающие скорость пуска энергоблоков (температурные напряжения, относительное удлинение ротора, рост температуры в последних ступенях на холостом ходу, эрозионный износ последних ступеней). Конструкционные, режимные и технологические решения по совершенствованию пусков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков с обходной пусковой схемой, путем первоначальной подачи пара в один из регенеративных отборов. Преимущества, недостатки, эффективность, изменение времени пуска и тепловой экономичности. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска на станциях с поперечными связями. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска теплофикационных турбин с противодействием (типа Р) на станциях с поперечными связями..

6. Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях рынка. Критерии эффективности. Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме

6.1. Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях рынка. Критерии эффективности.

Рынок электроэнергии и мощности. Субъекты рынка. Основные принципы функционирования рынка и их влияние на режимы работы и условия эксплуатации ТЭС. Особенности работы оборудования по тепловому графику. Особенности работы по электрическому графику. Формирование цены электроэнергии на РСВ и БР. Принципы формирования подачи заявки и выбора оборудования на РСВ. Работа в зоне ценопринимания и на РСВ. Критерии эффективности в условиях рынка. Регламенты рынка..

6.2. Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме

Общая характеристика условий и основные принципы оптимизации режимов работы энергетического оборудования. Уровни и этапы оптимизации. Основные цели и задачи оптимизации в течение жизненного цикла станции. Критерии оптимизации.

7. Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения. Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии

7.1. Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения.

Распределение нагрузки между энергоблоками ТЭС. Метод относительных приростов и условия его применения. Метод динамического программирования, условия применения. Критерии оптимизации. Принципы векторной оптимизации (градиентные методы). Физическая модель вектора-градиента. Применение и ограничения градиентных методов для распределения нагрузки. Особенности распределения нагрузки на ТЭЦ с поперечными связями. Особенности распределения нагрузки в условиях рынка. Подходы и критерии.

## 7.2. Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора.

### Критерии

Основные этапы и принципы выбора состава работающего оборудования в энергосистеме в условиях рынка. Основные положения методики выбора состава оборудования и критерии. Методика расчета топливной составляющей. Методика учета изменения надежности работы оборудования при разных способах вывода в резерв. Методика учета экологического воздействия энергоустановок на окружающую среду. Методика учета составляющих переходных и нестационарных процессов. Выбор оптимальных режимов дозагрузки турбоагрегатов. Особенности дозагрузки оборудования при работе его по тепловому графику. Критерии выбора состава оборудования в условиях рынка электроэнергии и мощности..

## 8. Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования. Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и климатических особенностей

### 8.1. Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования.

Долгосрочное и краткосрочное планирование. Особенности планирования ТЭС. Основные факторы учитываемые при планировании нагрузки, в краткосрочном и долгосрочном планировании..

### 8.2. Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и климатических особенностей

Изменение показателей тепловой экономичности и располагаемой мощности от параметров для ПГУ, Особенности расчета плановой нагрузки ГТУ и ПГУ в зависимости от температуры и давления наружного воздуха. Маневренность ПГУ и ГТУ. Основные операции и последовательность пуска ГТУ и ПГУ..

## 9. Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений.

### 9.1. Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений.

Выравнивание графика потребления электроэнергии потребителем. Способы и методы. Эффективность в условиях рынка. Методы и способы выравнивания графика нагрузки у потребителя и производителя электроэнергии. Аккумуляирование энергии Методы оценки эффективности. Эффективность в условиях рынка.

## 10. Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации

### 10.1. Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации

Основные параметры контроля. Недогревы в теплообменном оборудовании, Присосы воздуха, Вибрационное состояние агрегата. Качество рабочей среды. Влияние недогрева в теплообменном оборудовании на ограничения производительности тепла и мощности. Причины недогрева. Изменение показателей тепловой экономичности и мощности. Отложения в тракте котла и проточной части турбины. Контроль за отложениями в процессе эксплуатации. Допустимые нормы отложений. Методы очистки. Принудительное расхолаживание, как способ сокращения простоя оборудования. Способы расхолаживания и их эффективность и применимость. Преимущества и недостатки схем расхолаживания. Аварийные режимы работы. Эксплуатация масляного хозяйства..

### 3.3. Темы практических занятий

1. 1.14. Эффективность реконструкции пусковых схем (часть 1);
2. 2.6. Тема. Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС в условиях рынка электроэнергии по методу максимального маржинального дохода;
3. 2.12. Тема. Выбор оптимальной мощности ПГУ и ГТУ при подаче заявки на КОМ: б) выбор мощности с учетом изменения температуры наружного воздуха в течение суток и месяца;
4. 2.11. Тема. Выбор оптимальной мощности ПГУ и ГТУ при подаче заявки на КОМ: а) выбор мощности по среднестатистическому графику;
5. 2.10. Тема. Влияние ограничения основного топлива на выбор состава оборудования и уровень его загрузки: б) работа в соответствии с режимом работы обеспечивающим сокращение потребления резервного топлива а);
6. 2.9.Тема. Влияние ограничения основного топлива на выбор состава оборудования и уровень его загрузки ;:а) работа в соответствии с типовым режимом работы ночью и днем;
7. 2.8. Тема. Выбор оптимального состава включенного оборудования (часть 2);
8. 2.7. Тема. Выбор оптимального состава включенного оборудования (часть 1);
9. 1.11. Использование режима моторного режима для прохождения провала на грузки;
10. 2.5. Тема. Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС в условиях рынка электроэнергии по методу относительных проростов топлива;
11. 2.4 тема 2.3.б., Выбор оптимального способа подачи заявки на РСВ (почасовая заявка);
12. 2.3. Тема 2.3. а.,. Выбор оптимального способа подачи заявки на РСВ (интегральная заявка);
13. 2.2. Тема. Выбор оптимального минимума режима работы ТЭС в период провала нагрузки при работе в составе энергокомпании (2 часа).;
14. 1.15. Эффективность реконструкции пусковых схем (часть 2);
15. 1.12. Использование режима обвода СП для прохождения провала нагрузки (часть 1);
16. 1.8 .Эффективность использования турбин типа Т для получения пиковой мощности, с передачей тепловой нагрузки на ПВК (часть2);
17. 1.9. Использование режима разгрузки для прохождения провала нагрузки .;
18. 1.7.Эффективность использования турбин типа Т для получения пиковой мощности, с передачей тепловой нагрузки на ПВК (часть1);
19. 1.6 Отключение части системы регенерации на турбоагрегатах типа К для получения пиковой мощности, Часть 2;
20. .1.5 Отключение части системы регенерации на турбоагрегатах типа К для получения пиковой мощности, Часть 1;
21. 1.4. Отклонение начальных и конечных параметров на эффективность и надежность работы оборудования, часть2;
22. 1.3. Отклонение начальных и конечных параметров на эффективность и надежность работы оборудования, часть1;
23. 1.2. Выбор оптимальной скорости нагружения;
24. .1.1. Выбор оптимальной скорости разгрузки;
25. 2.15. Тема. Оценка эффективности ввода специальной пиковой мощности разных типов (часть 1);
26. 2.16. Тема. Оценка эффективности ввода специальной пиковой мощности разных типов (часть 2);
27. 2.13. Тема. Эффективность выравнивания графиков нагрузки с использованием систем аккумулирования энергии: а) работа ТЭС по графику нагрузки;
28. 1.13.Использование режима обвода СП для прохождения провала нагрузки (часть

2);

29. 2.14. Тема. Эффективность выравнивания графиков нагрузки с использованием систем аккумулирования энергии: б) работа ТЭС с использованием систем аккумулирования (ГАЭС);

30. 2.1. Тема. Выбор оптимального минимума режима работы ТЭС в период провала нагрузки (2 часа).;

31. 1.10. Использование режима пуск-останов для прохождения провала нагрузки;

32. 1.16 Итоговое занятие.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. 3.Получение пиковой мощности на турбине Т-250 (4 часа);

2. 2.Физический пуск турбоагрегата из холодного или неостывшего состояния (4 часа).;

3. 4.Балансовые испытания котла-турбины (4 часа).;

4. 1.Технологическая схема пуска турбоагрегата и котла (4 часа)..

### **3.5 Консультации**

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

1. Консультации проводятся по разделу "Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности. Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности. Переходные режимы работы."
2. Консультации проводятся по разделу "Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров"
3. Консультации проводятся по разделу "Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Показатели тепловой экономичности"
4. Консультации проводятся по разделу "Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности"
5. Консультации проводятся по разделу "Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями"
6. Консультации проводятся по разделу "Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности."
7. Консультации проводятся по разделу "Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распре-деления."
8. Консультации проводятся по разделу "Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии."
9. Консультации проводятся по разделу "Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений."
10. Консультации проводятся по разделу "Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации"

### **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	8	9	10			
<b>Знать:</b>														
способы повышения маневренности оборудования	ИД-5ПК-1	+											Решение задач/КМ-1	
принципы принятия оптимальных решений	ИД-5ПК-1							+	+	+			Решение задач/КМ-6 Решение задач/КМ-7 Решение задач/КМ-8	
способы повышения эффективности технологических систем	ИД-5ПК-1			+		+							Решение задач/КМ-4 Решение задач/КМ-5	
правила эффективной эксплуатации оборудования	ИД-5ПК-1			+	+								Решение задач/КМ-2 Решение задач/КМ-4	
методы расчета основных процессов эксплуатации оборудования в различных режимах	ИД-5ПК-1		+	+									Решение задач/КМ-2 Решение задач/КМ-3	
<b>Уметь:</b>														
проводить технический, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ работы действующего оборудования	ИД-5ПК-1											+	+	Решение задач/КМ-10 Решение задач/КМ-9

планировать режимы работы ТЭС и определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах и разрабатывать нормы их расхода	ИД-5 <sub>ПК-1</sub>								+			Решение задач/КМ-8
определять оптимальный состав и режимы работы генерирующего оборудования с использованием современных методов расчета	ИД-5 <sub>ПК-1</sub>								+	+		Решение задач/КМ-7
рассчитывать и выбирать оптимальный режим работы генерирующего оборудования с учетом спроса и предложения на ОРЭМ	ИД-5 <sub>ПК-1</sub>							+				Решение задач/КМ-10

#### **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: Проверка задания

1. КМ-1 (Решение задач)
2. КМ-2 (Решение задач)
3. КМ-3 (Решение задач)
4. КМ-4 (Решение задач)
5. КМ-5 (Решение задач)

###### **2 семестр**

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-10 (Решение задач)
2. КМ-6 (Решение задач)
3. КМ-7 (Решение задач)
4. КМ-8 (Решение задач)
5. КМ-9 (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

###### Экзамен (Семестр №1)

По результатам экзамена и текущей успеваемости поставляется итоговая оценка с учетом весовых коэффициентов.

###### Экзамен (Семестр №2)

По результатам экзамена и текущей успеваемости поставляется итоговая оценка с учетом весовых коэффициентов.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. Трухний, А. Д. Стационарные паровые турбины / А. Д. Трухний . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 640 с. - ISBN 5-283-00069-9 .;
2. Гиршфельд, В. Я. Режимы работы и эксплуатация ТЭС : Учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / В. Я. Гиршфельд, А. М. Князев, В. Е. Куликов . – М. : Энергия, 1980 . – 288 с.;
3. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" направления "Теплоэнергетика" / В. Д. Буров, [и др.] ; ред. В. М. Лавыгин, А. С. Седлов, С. В. Цанев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 466 с. - ISBN 978-5-903072-86-6 .;

4. Аракелян, Э. К. Повышение экономичности и маневренности оборудования тепловых электростанций / Э. К. Аракелян, В. А. Старшинов . – М. : Изд-во МЭИ, 1993 . – 326 с. - ISBN 5-7046-0042-5 : 140.00 .;
5. Елизаров, Д. П. Текст лекций по курсу "Режимы работы и эксплуатация тепловых электростанций": Маневренные характеристики оборудования тепловых электростанций / Д. П. Елизаров, Э. К. Аракелян, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М . – 1989 . – 128 с.;
6. Жуков, В. В. Бизнес-планирование в электроэнергетике : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / В. В. Жуков . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 568 с. - ISBN 978-5-383-00610-8 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5288>;
7. Осыка А.С.- "Газотурбинные энергетические установки", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010884.html>;
8. Ильин, Е. Т. Пуск и остановка теплофикационных турбин на ТЭЦ с поперечными связями : Методические указания по курсу"Эксплуатация энергоблоков" / Е. Т. Ильин, Г. П. Киселев, С. Г. Тишин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 40 с. - Б.ц..

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Dr.Web;
4. 7-zip.

### 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. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. 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	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-501, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
	Т-502,	

	Лаборатория каф. "ИТФ"	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	Т-515б, Кабинет сотрудников	стол, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для консультирования	Т-513, ЦППОЭ и ТЭС	стол, стул, 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

## Режимы работы и эксплуатация ТЭС

(название дисциплины)

## 1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 (Решение задач)  
 КМ-2 КМ-2 (Решение задач)  
 КМ-3 КМ-3 (Решение задач)  
 КМ-4 КМ-4 (Решение задач)  
 КМ-5 КМ-5 (Решение задач)

## Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	5	9	13	5
1	Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности. Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности. Переходные режимы работы.						
1.1	Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности. Переходные процессы и их влияние на показатели тепло-вой экономичности и надежности. Переходные режимы работы.		+				
2	Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров						
2.1	Отклонение основных пара-метров пара от номинальных параметров			+	+		
3	Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Показатели тепловой экономичности						
3.1	Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Ограничения и показатели тепловой экономичности режимов.			+	+	+	+
4	Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности						
4.1	Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки.			+		+	

	Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности					
5	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями					
5.1	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями				+	+
Вес КМ, %:		15	15	25	30	15

## 2 семестр

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

- КМ-6 КМ-6 (Решение задач)
  - КМ-7 КМ-7 (Решение задач)
  - КМ-8 КМ-8 (Решение задач)
  - КМ-9 КМ-9 (Решение задач)
  - КМ-10 КМ-10 (Решение задач)
- 10

### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	4	9	11	14	16
1	Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности. Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме						
1.1	Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности.		+	+	+		+
1.2	Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме		+	+	+		
2	Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения. Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии						
2.1	Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения.		+	+	+		
2.2	Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии			+			
3	Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования. Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и						

	климатических особенностей					
3.1	Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования.	+	+	+		
3.2	Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и климатических особенностей			+		
4	Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений.					
4.1	Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений.				+	+
5	Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации					
5.1	Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации				+	+
Вес КМ, %:		15	25	25	20	15