

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: Современная тепловая электрическая станция

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЭС

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 5; 8 семестр - 5; всего - 10
Часов (всего) по учебному плану:	360 часов
Лекции	7 семестр - 6 часов; 8 семестр - 6 часов; всего - 12 часов
Практические занятия	7 семестр - 12 часов; 8 семестр - 12 часов; всего - 24 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа; 8 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	7 семестр - 158,2 часа; 8 семестр - 158,2 часа; всего - 316,4 часов
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	7 семестр - 1,5 часа; 8 семестр - 1,5 часа; всего - 3,0 часа
включая:	
Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	8 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пай А.В.
	Идентификатор	Rf1f642dc-PaiAV-a2446597

А.В. Пай

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бураков И.А.
	Идентификатор	R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32

И.А. Бураков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев Н.Д.
	Идентификатор	R618dc98f-RogalevND-c9225577

Н.Д. Рогалев

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-2 Способен участвовать в разработке проектов энергетических объектов, в эксплуатации энергетических систем, оборудования, ведении режимов	ИД-1ПК-2 Демонстрирует возможность разрабатывать проекты и проектные решения энергетических объектов, участвует в эксплуатации энергетических систем, оборудования, ведении режимов	знать: - принципы принятия оптимальных решений; - способы повышения маневренности оборудования. уметь: - выбирать оптимальное решение поставленной задачи; - применять правила эффективной эксплуатации оборудования; - использовать методы расчета основных процессов эксплуатации оборудования в различных режимах; - использовать способы повышения эффективности технологических систем; - 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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		современных методов расчета; - планировать режимы работы ТЭС и определять потребности производства в 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 Современная тепловая электрическая станция (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности. Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности. Переходные режимы работы.	38.05	7	1.0	-	2	-	0.6	-	0.45	-	34	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала 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." <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала 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." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 67-88 [3], стр. 307-310</p>
1.1	Понятие маневренности. Основные факторы, определяющие маневренность оборудования. Способы повышения маневренности.	19.0		0.5	-	1	-	0.3	-	0.2	-	17	-	
1.2	Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности.	19.05		0.5	-	1	-	0.3	-	0.25	-	17	-	

	Переходные режимы работы.												
2	Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров	21.5	1	-	2	-	0.3	-	0.2	-	18	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров"
2.1	Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров	21.5	1	-	2	-	0.3	-	0.2	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 52-61 [3], стр. 311-318
3	Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Показатели тепловой экономичности	21.5	1	-	2	-	0.3	-	0.2	-	18	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности. Показатели тепловой экономичности" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "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.	21.5	1	-	2	-	0.3	-	0.2	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 327-330 [5], стр. 64-73 [7], стр. 240-300 [10], стр. 453-478
4	Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки.	21.5	1	-	2	-	0.3	-	0.2	-	18	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества,

	Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности												недостатки. Показатели тепловой экономичности" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу	
4.1	Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности	21.5	1	-	2	-	0.3	-	0.2	-	18	-	"Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 318-326 [4], стр. 25-58 [10], стр. 479-516	
5	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями	41.45	2	-	4	-	0.5	-	0.45	-	34.5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу	
5.1	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков	20.4	1	-	2	-	0.2	-	0.2	-	17	-	"Совершенствование пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями"	
5.2	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями	21.05	1	-	2	-	0.3	-	0.25	-	17.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 99-148 [8], стр. 6-32 [9], стр. 453-498	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7		
	Всего за семестр	180.00	6.0	-	12	-	2.0	-	1.50	0.3	122.5	35.7		
	Итого за семестр	180.00	6.0	-	12		2.0		1.50	0.3	158.2			
6	Рынок электроэнергетики	34.46	8	1.0	-	2	-	0.50	-	0.36	-	30.6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>

	и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности. Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме													Повторение материала по разделу "Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности. Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности. Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], стр. 56-87
6.1	Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности.	17.23	0.5	-	1	-	0.25	-	0.18	-	15.3	-		
6.2	Оптимизация режимов работы. Цели и задачи оптимизации на ТЭС и в энергосистеме	17.23	0.5	-	1	-	0.25	-	0.18	-	15.3	-		
7	Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения. Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии	37.48	2	-	4	-	0.50	-	0.38	-	30.6	-		<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения. Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения.
7.1	Распределение	18.74	1	-	2	-	0.25	-	0.19	-	15.3	-		

	нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения.												Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 108-116
7.2	Выбор состава включенного генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии	18.74	1	-	2	-	0.25	-	0.19	-	15.3	-	
8	Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования. Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и климатических особенностей	34.48	1.0	-	2	-	0.50	-	0.38	-	30.6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования. Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и климатических особенностей" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования. Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и климатических особенностей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
8.1	Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования.	17.24	0.5	-	1	-	0.25	-	0.19	-	15.3	-	
8.2	Особенности эксплуатации ПГУ в условиях рынка электроэнергии и мощности и климатических особенностей	17.24	0.5	-	1	-	0.25	-	0.19	-	15.3	-	[1], стр. 455-478 [5], стр. 117-128
9	Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор	18.74	1	-	2	-	0.25	-	0.19	-	15.3	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор

	оптимальных решений.												оптимальных решений." <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений."
9.1	Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений.	18.74	1	-	2	-	0.25	-	0.19	-	15.3	-	
10	Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации	18.84	1	-	2	-	0.25	-	0.19	-	15.4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации"
10.1	Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации	18.84	1	-	2	-	0.25	-	0.19	-	15.4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр.151-175 [10], стр. 393-451
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	180.00	6.0	-	12	-	2.00	-	1.50	0.3	122.5	35.7	
	Итого за семестр	180.00	6.0	-	12		2.00		1.50	0.3		158.2	
	ИТОГО	360.00	-	12.0	-	24	4.00		3.00	0.6		316.4	

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.

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.

1.2. Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности. Переходные режимы работы.

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 параметров 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 ТЭС 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

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 однобайпасной пусковой схемой, путем первоначальной подачи пара в один из регенеративных отборов. Преимущества, недостатки, эффективность, изменение времени пуска и тепловой экономичности.

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

Совершенствование пусковых схем и технологии пуска на станциях с поперечными связями. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска теплофикационных турбин с противодавлением (типа Р) на станциях с поперечными связями.

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

6.1. Рынок электроэнергии и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. 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

- 1.2. Выбор оптимальной скорости нагружения;
- Отклонение начальных и конечных параметров на эффективность и надежность работы оборудования;
- Выбор оптимального минимума режима работы ТЭС в период провала нагрузки;
- Оценка эффективности ввода специальной пиковой мощности разных типов;
- Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС в условиях рынка электроэнергии по методу относительных проростов топлива;
- Выбор оптимального состава включенного оборудования;
- Эффективность выравнивания графиков нагрузки с использованием систем аккумулирования энергии;
- Оценка эффективности ввода специальной пиковой мощности разных типов.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

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 рынка. Критерии эффективности."
7. Консультации проводятся по разделу "Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения."
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		
Знать:													
способы повышения маневренности оборудования	ИД-1ПК-2	+											Решение задач/КМ-1. Выбор оптимальной скорости разгрузки
принципы принятия оптимальных решений	ИД-1ПК-2								+				Решение задач/КМ-7. Изменение удельных расходов топлива на выработку электроэнергии
Уметь:													
проводить технический, технико-экономический и функционально-стоимостной анализ работы действующего оборудования	ИД-1ПК-2										+		Решение задач/КМ-9. Удельный расход топлива на выработку пиковой энергии ГАЭС
планировать режимы работы ТЭС и определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах и разрабатывать нормы их расхода	ИД-1ПК-2									+			Решение задач/КМ-8. Доход станции от выработки электроэнергии и продажи мощности с учетом затрат топлива
определять оптимальный состав и режимы работы генерирующего оборудования с использованием современных методов расчета	ИД-1ПК-2				+								Решение задач/КМ-4. Определение затраты условного топлива на прохождение провала нагрузки ТЭС
рассчитывать и выбирать оптимальный режим работы генерирующего оборудования с учетом спроса и предложения на ОРЭМ	ИД-1ПК-2											+	Решение задач/КМ-10. Наиболее оптимальные способы получения пиковой мощности, при покрытии графика электрических нагрузок
использовать способы повышения эффективности технологических систем	ИД-1ПК-2					+							Решение задач/КМ-5. Определение времени пуска и затрат топлива на пуск в соответствии с нормативными характеристиками
использовать методы расчета основных	ИД-1ПК-2			+									Решение задач/КМ-3. Определение

процессов эксплуатации оборудования в различных режимах												мощности турбины при работе в нормальном режиме эксплуатации
применять правила эффективной эксплуатации оборудования	ИД-1ПК-2		+									Решение задач/КМ-2. Расчёт изменения мощности и удельного расхода топлива на выработку электрической энергии для энергоблока
выбирать оптимальное решение поставленной задачи	ИД-1ПК-2						+					Решение задач/КМ-6. Оптимальные условия прохождения провала нагрузки станцией

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: Проверка задания

1. КМ-1. Выбор оптимальной скорости разгрузки (Решение задач)
2. КМ-2. Расчёт изменения мощности и удельного расхода топлива на выработку электрической энергии для энергоблока (Решение задач)
3. КМ-3. Определение мощности турбины при работе в нормальном режиме эксплуатации (Решение задач)
4. КМ-4. Определение затраты условного топлива на прохождение провала нагрузки ТЭС (Решение задач)
5. КМ-5. Определение времени пуска и затрат топлива на пуск в соответствии с нормативными характеристиками (Решение задач)

8 семестр

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-10. Наиболее оптимальные способы получения пиковой мощности, при покрытии графика электрических нагрузок (Решение задач)
2. КМ-6. Оптимальные условия прохождения провала нагрузки станцией (Решение задач)
3. КМ-7. Изменение удельных расходов топлива на выработку электроэнергии (Решение задач)
4. КМ-8. Доход станции от выработки электроэнергии и продажи мощности с учетом затрат топлива (Решение задач)
5. КМ-9. Удельный расход топлива на выработку пиковой энергии ГАЭС (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

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

Экзамен (Семестр №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 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.;
9. Трухний А.Д.- "Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014004.html>;
10. Аракелян, Э. К. Режимы работы и эксплуатации ТЭС : [учебник] для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Э. К. Аракелян, Е. Т. Ильин, Н. Д. Рогалев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 520 с. - Книга-победитель конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике, посвященного 90-летию МЭИ и 100-летию плана ГОЭЛРО . - ISBN 978-5-7046-2454-7 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11681>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

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. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Режимы работы и эксплуатация ТЭС

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Выбор оптимальной скорости разгрузки (Решение задач)
 КМ-2 КМ-2. Расчёт изменения мощности и удельного расхода топлива на выработку электрической энергии для энергоблока (Решение задач)
 КМ-3 КМ-3. Определение мощности турбины при работе в нормальном режиме эксплуатации (Решение задач)
 КМ-4 КМ-4. Определение затраты условного топлива на прохождение провала нагрузки ТЭС (Решение задач)
 КМ-5 КМ-5. Определение времени пуска и затрат топлива на пуск в соответствии с нормативными характеристиками (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	7	10	13
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.		+				
1.2	Переходные процессы и их влияние на показатели тепловой экономичности и надежности. Переходные режимы работы.		+				
2	Отклонение основных параметров пара от номинальных параметров						
2.1	Отклонение основных параметров 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					+
5.2	Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями					+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-6 КМ-6. Оптимальные условия прохождения провала нагрузки станцией (Решение задач)
- КМ-7 КМ-7. Изменение удельных расходов топлива на выработку электроэнергии (Решение задач)
- КМ-8 КМ-8. Доход станции от выработки электроэнергии и продажи мощности с учетом затрат топлива (Решение задач)
- КМ-9 КМ-9. Удельный расход топлива на выработку пиковой энергии ГАЭС (Решение задач)
- КМ-10 КМ-10. Наиболее оптимальные способы получения пиковой мощности, при покрытии графика электрических нагрузок (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	3	5	7	10	13
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 распре-деления.					
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, %:		20	20	20	20	20