

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4; 2 семестр - 5; всего - 9
Часов (всего) по учебному плану:	324 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 32 часа; всего - 48 часа
Практические занятия	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	1 семестр - 93,5 часа; 2 семестр - 97,5 часа; всего - 191,0 час
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа; всего - 1,0 час

Москва 2026

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 _{ПК-1} Демонстрирует способность участвовать в разработке и совершенствовании оборудования, оптимизации режимов работы и технологических систем	знать: - способы повышения маневренности оборудования; - методы расчета основных процессов эксплуатации оборудования в различных режимах; - правила эффективной эксплуатации оборудования; - способы повышения эффективности технологических систем; - принципы принятия оптимальных решений. уметь: - 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; - определять оптимальный состав и режимы работы генерирующего

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		оборудования с использованием современных методов расчета; - рассчитывать и выбирать оптимальный режим работы генерирующего оборудования с учетом спроса и предложения на ОРЭМ.

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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u></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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 52-61 [3], 311-318, 330-342 [9], 378-390</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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение материалов раздела "3". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 3, подготовиться к практическому занятию. Выполнить</p>
3.1	Прохождение пиковой части графика нагрузки. Методы и способы получения дополнительной пиковой мощности.	26	2	-	8	-	-	-	-	-	16	-	

	Ограничения и показатели тепловой экономичности режимов.												<p>расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.5.1. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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)</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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)</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 327-330 [5], 64-73 [9], 453-478</p>
4	Прохождение провалов графика нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности	34	4	-	10	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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)</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение материалов раздела "4". Студентам необходимо повторить теоретический</p>
4.1	Прохождение провалов графика	34	4	-	10	-	-	-	-	-	20	-	

	нагрузки. Методы и способы прохождения провалов нагрузки. Ограничения, преимущества, недостатки. Показатели тепловой экономичности													<p>материалы раздела 4, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 1.9 (часть1). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 4 часа)</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 318-326 [4], 25-58 [9], 479-516</p>
5	Совершенствование	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение</p>	

	пусковых схем и технологии пуска энергоблоков. Совершенствование пусковых схем и технологии пуска турбин на станциях с поперечными связями												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 (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	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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) <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 1. Оформление отчета. Подготовка к защите лабораторной работы (трудоемкость 4 часа) <u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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	16		6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение

	и мощности. Особенности эксплуатации оборудования в условиях ранка. Критерии эффективности.													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. 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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 56-87 [7], 240-300</p>	
7	Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения. Выбор состава включенного	38	10	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 2. Оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к защите (трудоемкость 4 часа)</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение материалов раздела "7". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 7, подготовиться к практическому занятию. Выполнить</p>	

	генерирующего оборудования. Методология выбора. Критерии												расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.6.(часть 2). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)
7.1	Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС. Методы и способы распределения. Критерии оптимального распределения.	16	6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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) <u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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) <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 108-116
8	Планирование нагрузки. Этапы и способы планирования. Особенности	34	6	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 3. Оформление и подготовка отчета по результатам выполненной работе. Подготовка к защите. (трудоемкость 4 часа)

9	Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений.	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение материалов раздела "9". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 9, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.9.б. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)
9.1	Выравнивание графиков нагрузки. Методы и способы выравнивания. Выбор оптимальных решений.	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение материалов раздела "9". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 9, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.9.а. Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)
10	Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе 4. Подготовка итогового отчета и подготовка к защите лабораторной работы (трудоемкость 4 часа) <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение материалов раздела "10". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 10, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.10.(часть2). Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа)
10.1	Эффективность эксплуатации, контроль и техническое обслуживание оборудования в процессе эксплуатации	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Изучение материалов раздела "10". Студентам необходимо повторить теоретический материалы раздела 10, подготовиться к практическому занятию. Выполнить расчетные задания в соответствии с заданным вариантом заданий 2.10.(часть1).

													Сделать выводы по полученным результатам задания (трудоемкость 3 часа) <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 151-175
	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	
	ИТОГО	324.0	-	48	16	64	4		-		1.0	191.0	

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

3.2 Краткое содержание разделов

1. 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. 1.13. Использование режима обвода СП для прохождения провала нагрузки (часть 2);
2. 1.3. Отклонение начальных и конечных параметров на эффективность и надежность работы оборудования, часть 1;
3. 1.2. Выбор оптимальной скорости нагружения;
4. 1.1. Выбор оптимальной скорости разгружения;
5. 2.15. Тема. Оценка эффективности ввода специальной пиковой мощности разных типов (часть 1);
6. 2.16. Тема. Оценка эффективности ввода специальной пиковой мощности разных типов (часть 2);
7. 2.14. Тема. Эффективность выравнивания графиков нагрузки с использованием систем аккумулирования энергии: б) работа ТЭС с использованием систем аккумулирования (ГАЭС);
8. 1.9. Использование режима разгружения для прохождения провала нагрузки .;
9. 2.1. Тема. Выбор оптимального минимума режима работы ТЭС в период провала нагрузки (2 часа).;
10. 1.10. Использование режима пуск-останов для прохождения провала нагрузки;
11. 1.16. Итоговое занятие;
12. 2.6. Тема. Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС в условиях рынка электроэнергии по методу максимального маржинального дохода;
13. 1.7. Эффективность использования турбин типа Т для получения пиковой мощности, с передачей тепловой нагрузки на ПВК (часть 1);
14. 1.6. Отключение части системы регенерации на турбоагрегатах типа К для получения пиковой мощности, Часть 2;
15. 2.11. Тема. Выбор оптимальной мощности ПГУ и ГТУ при подаче заявки на КОМ: а) выбор мощности по среднестатистическому графику;
16. 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;
17. 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);
18. 1.8. Эффективность использования турбин типа Т для получения пиковой мощности, с передачей тепловой нагрузки на ПВК (часть 2);
19. 2.7. Тема. Выбор оптимального состава включенного оборудования (часть 1);
20. 2.8. Тема. Выбор оптимального состава включенного оборудования (часть 2);
21. 2.5. Тема. Распределение нагрузки между агрегатами ТЭС в условиях рынка электроэнергии по методу относительных проростов топлива;
22. 2.4. тема 2.3.б., Выбор оптимального способа подачи заявки на РСВ (почасовая заявка);
23. 2.3. Тема 2.3. а., Выбор оптимального способа подачи заявки на РСВ (интегральная заявка);
24. 2.2. Тема. Выбор оптимального минимума режима работы ТЭС в период провала нагрузки при работе в составе энергокомпании (2 часа).;
25. 1.15. Эффективность реконструкции пусковых схем (часть 2);
26. 1.12. Использование режима обвода СП для прохождения провала нагрузки (часть 1);
27. 1.5. Отключение части системы регенерации на турбоагрегатах типа К для получения пиковой мощности, Часть 1;
28. 1.14. Эффективность реконструкции пусковых схем (часть 1);
29. 1.11. Использование режима моторного режима для прохождения провала на

грузки;

30. 1.4. Отклонение начальных и конечных параметров на эффективность и надежность работы оборудования, часть 2;

31. 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;

32. 2.13. Тема. Эффективность выравнивания графиков нагрузки с использованием систем аккумулирования энергии: а) работа ТЭС по графику нагрузки.

3.4. Темы лабораторных работ

1. 3. Получение пиковой мощности на турбине Т-250 (4 часа);
2. 1. Технологическая схема пуска турбоагрегата и котла (4 часа).;
3. 4. Балансовые испытания котла-турбины (4 часа).;
4. 2. Физический пуск турбоагрегата из холодного или неостывшего состояния (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 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:													
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
способы повышения маневренности оборудования	ИД-5ПК-1	+											Решение задач/КМ-1
Уметь:													
рассчитывать и выбирать оптимальный режим работы генерирующего оборудования с учетом спроса и предложения на ОРЭМ	ИД-5ПК-1						+						Решение задач/КМ-10
определять оптимальный состав и режимы работы	ИД-5ПК-1							+	+				Решение задач/КМ-

генерирующего оборудования с использованием современных методов расчета												7
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-5ПК-1								+			Решение задач/КМ-8

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. Цанев С.В., Буров В.Д., Земцов А.С., 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. 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.

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. 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-512, Компьютерный класс	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный

Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-520, Учебная аудитория	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Т-5156, Кабинет сотрудников	стол, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для консультирования	Т-500, Преподавательская	
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