

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: Технология воды и топлива в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТЭС

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крашенинников С.М.
	Идентификатор	Rfad74882-KrasheninnikSM-da33a2

С.М.
Крашенинников

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Очков В.Ф.
	Идентификатор	Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff

В.Ф. Очков

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

Ю.В. Шацких

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение тепловых схем современных энергетических установок высокой эффективности, конструктивных особенностей основного оборудования, основ расчета и анализа режимов работы установок с использованием паросиловых, газотурбинных и парогазовых технологий, особенностей их эксплуатации, оптимизации тепловых схем и параметров.

Задачи дисциплины

- овладение знаниями по особенностям тепловых схем ГТУ и ПГУ ТЭС в КЭС и ТЭЦ вариантах исполнения;
- овладение основами расчета, оптимизацией и анализа установившихся режимов электроэнергетических систем и тепловых сетей;
- овладение основами проектирования современных тепловых схем энергетических установок высокой эффективности.

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 Способность участвовать в проектировании водоподготовительных и водоочистительных установок и систем с использованием серийного оборудования	ИД-5 _{ПК-2} Знает современные технологии, применяемые при производстве тепловой и электрической энергии, при подготовке топлива и теплоносителей на ТЭС	знать: - типы и маркировки газотурбинных, паровых и парогазовых энергетических турбин, их компоновки для современных энергетических установок высокой эффективности, основную терминологию направления и профиля, источники научно-технической информации по типам, конструкциям, условиям применения и эксплуатации ГТУ и ПГУ ТЭС в ТЭЦ и КЭС исполнениях; - методики оптимизации тепловых схем ГТУ и ПГУ ТЭС в ТЭЦ и КЭС исполнениях, конструкции их основных элементов, основы проектирования газовых и паровых турбин, котлов-утилизаторов и способы решения задач обеспечения их экономичности и надёжности. уметь: - проводить технические расчеты по проектам современных энергетических установок на базе ГТУ, параметрах основного и вспомогательного оборудования с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического оборудования, представлять результаты расчетов и проектов тепловых схем ГТУ и ПГУ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		ТЭС; - проводить технические расчеты по проектам современных энергетических установок на базе ПГУ, параметрах основного и вспомогательного оборудования с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического оборудования, представлять результаты расчетов и проектов тепловых схем ГТУ и ПГУ ТЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Технология воды и топлива в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные понятия и определения термодинамики и теплообмена
- знать основных законов термодинамики, термодинамических циклов, термодинамических циклов ТЭС, механики несжимаемых и сжимаемых жидкостей
- знать конструкцию современных паровых котлов, паровых и газовых турбин и их вспомогательные системы
- знать процессы, происходящие в котлах и турбинах
- знать термодинамические свойства реальных газов и жидкостей (водяной. пар, вода, воздух, уходящие дымовые газы и др)
- знать математическое описание процессов теплопроводности и теплообмена, в том числе при фазовых превращениях
- уметь ставить математическую формулировку задач теплопередачи и теплообмена
- уметь определять параметры свойств веществ при различных условиях
- уметь рассчитывать термодинамические циклы оборудования ТЭС, и их технологические схемы

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 4 зачетных единицы, 144 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	Введение. Основные критерии тепловой эффективности.	9	1	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> стр. 24-35 Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - М.-Л.: Энергия, 1967. - 400 с.; переиздание 1976, последнее - в 1987 г. - посмертное с участием В.Я. Гиршфельда, С.В. Цанева, И.Н. Тамбиевой, Л.А. Рихтера, Е.И. Гаврилова и др.</p>
1.1	Основные критерии тепловой эффективности	9		2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
2	Основные типы установок высокой эффективности	9		2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
2.1	Основные типы установок высокой эффективности	9		2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	

													[1], 23-38
3	Способы совершенствования энергетических газотурбинных установок и их тепловых схем	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> стр.28-41 Газотурбинные энергетические установки: учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.С. Земцов, А.С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 428 с.
3.1	Способы совершенствования энергетических газотурбинных установок и их тепловых схем	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 39-53
4	Температурные графики теплосети и их особенности.	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
4.1	Температурные графики теплосети и их особенности.	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
5	ГТУ-ТЭЦ. Виды, основные схемы исполнения и особенности их работы.	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 432-462 [2], 73-79
5.1	ГТУ-ТЭЦ. Виды, основные схемы исполнения и особенности их работы.	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
6	Понятие ПГУ-КЭС	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
6.1	Понятие ПГУ-КЭС	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	[1], 271-286
7	Одноконтурные ПГУ-КЭС	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
7.1	Одноконтурные ПГУ-КЭС	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
8	Двухконтурные ПГУ-КЭС	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
8.1	Двухконтурные ПГУ-	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	

КЭС													
9	Трехконтурные ПГУ-КЭС. Применение промежуточного перегрева пара.	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
9.1	Трехконтурные ПГУ-КЭС. Применение промежуточного перегрева пара.	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
10	ПГУ-ТЭЦ	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
10.1	ПГУ-ТЭЦ	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16	2	-	-	-	0.5	93.5		

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. Введение. Основные критерии тепловой эффективности.

1.1. Основные критерии тепловой эффективности

Понятие КПД. Проблематика определения КПД для ТЭЦ. Физический метод. Метод альтернативной котельной. КИТТ..

2. Основные типы установок высокой эффективности

2.1. Основные типы установок высокой эффективности

Основные типы установок высокой эффективности. Современный уровень тепловой экономичности и способы его достижения. Достоинства и недостатки газотурбинных и парогазовых установок, а также особенности их работы. Основные технические показатели работы ГТУ..

3. Способы совершенствования энергетических газотурбинных установок и их тепловых схем

3.1. Способы совершенствования энергетических газотурбинных установок и их тепловых схем

Основные способы совершенствования тепловых схем, термодинамических циклов, и характеристик газотурбинных циклов. Назначение вспомогательных элементов технологических схем ГТУ (впрыск пара/воды, система туман, подогрев топлива перед КС, промежуточное охлаждение воздуха - интеркуллеры, подогрев и охлаждение воздуха на всасе компрессора). Влияние вспомогательных технологий на показатели тепловой экономичности ГТУ..

4. Температурные графики теплосети и их особенности.

4.1. Температурные графики теплосети и их особенности.

Понятие температурного графика тепловой сети. График «150/70». График «110/70». Понятия «срезки», количественного и качественного регулирования. График «150/70 со срезкой на 110»..

5. ГТУ-ТЭЦ. Виды, основные схемы исполнения и особенности их работы.

5.1. ГТУ-ТЭЦ. Виды, основные схемы исполнения и особенности их работы.

Принципиальная схема ГТУ-ТЭЦ с водогрейным котлом-утилизатором, особенности данной схемы. Способ регулирования нагрузки водогрейного котла-утилизатора путем байпасирования газов. Рециркуляция в котле-утилизаторе. Принципиальная схема ГТУ-ТЭЦ с промышленной генерацией пара, особенности данной схемы. Комбинированная схема ГТУ-ТЭЦ, особенности данной схемы..

6. Понятие ПГУ-КЭС

6.1. Понятие ПГУ-КЭС

Понятие ПГУ. Принципиальная схема. Особенности работы. Особенности расчета таких схем. Влияние работы ГТУ на показатели ПГУ в целом..

7. Одноконтурные ПГУ-КЭС

7.1. Одноконтурные ПГУ-КЭС

Понятие одноконтурной ПГУ. Принципиальная схема. Особенности работы. Расчет одноконтурного котла-утилизатора, особенности расчета. Методика расчета показателей тепловой экономичности для одноконтурной ПГУ-КЭС..

8. Двухконтурные ПГУ-КЭС

8.1. Двухконтурные ПГУ-КЭС

Понятие двухконтурной ПГУ. Принципиальная схема. Особенности работы. Расчет двухконтурного котла-утилизатора, особенности расчета. Принцип «Черного ящика». Методика расчета показателей тепловой экономичности для двухконтурной ПГУ-КЭС..

9. Трехконтурные ПГУ-КЭС. Применение промежуточного перегрева пара.

9.1. Трехконтурные ПГУ-КЭС. Применение промежуточного перегрева пара.

Понятие трехконтурной ПГУ. Принципиальная схема. Особенности работы. Расчет трехконтурного котла-утилизатора, особенности расчета. Понятие перегрева пара. Особенности учета и расчета ПП для ПГУ. Методика расчета показателей тепловой экономичности для двухконтурной ПГУ-КЭС. Методика учета ППП на ПГУ..

10. ПГУ-ТЭЦ

10.1. ПГУ-ТЭЦ

Понятие ПГУ-ТЭЦ. Виды тепловых потребителей. Способы выдачи тепла на ПГУ-ТЭЦ. Принципиальная схема ПГУ-ТЭЦ. Влияние работы ГТУ на показатели ПГУ-ТЭЦ. Способ регулирования нагрузки ПГУ-ТЭЦ. Особенности учета расхода топлива на ПГУ-ТЭЦ. Методика определения годовых показателей работы ПГУ-ТЭЦ..

3.3. Темы практических занятий

1. Введение. Основные критерии тепловой эффективности.;
2. Способы совершенствования энергетических газотурбинных установок и их тепловых схем;
3. ГТУ-ТЭЦ. Виды, основные схемы исполнения и особенности их работы. Температурные графики теплосети и их особенности.;
4. Понятие ПГУ-КЭС;
5. Одноконтурные ПГУ-КЭС;
6. Двухконтурные ПГУ-КЭС. Трехконтурные ПГУ-КЭС. Применение промежуточного перегрева пара;
7. ПГУ-ТЭЦ;
8. Основные типы установок высокой эффективности.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

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:													
методики оптимизации тепловых схем ГТУ и ПГУ ТЭС в ТЭЦ и КЭС исполнениях, конструкции их основных элементов, основы проектирования газовых и паровых турбин, котлов-утилизаторов и способы решения задач обеспечения их экономичности и надёжности	ИД-5ПК-2	+	+	+	+	+							Контрольная работа/Способы повышения тепловой экономичности газотурбинных установки и оптимизация схем ГТУ ТЭЦ Тестирование/Тест 1 «Повышение эффективности ГТУ»
типы и маркировки газотурбинных, паровых и парогазовых энергетических турбин, их компоновки для современных энергетических установок высокой эффективности, основную терминологию направления и профиля, источники научно-технической информации по типам, конструкциям, условиям применения и эксплуатации ГТУ и ПГУ ТЭС в ТЭЦ и КЭС исполнениях	ИД-5ПК-2							+	+	+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа по курсу Тестирование/Тест №2. «Основные системы ПГУ»
Уметь:													
проводить технические расчеты по проектам современных энергетических установок на базе ПГУ, параметрах основного и вспомогательного оборудования с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического оборудования, представлять результаты расчетов и проектов тепловых схем ГТУ и ПГУ ТЭС	ИД-5ПК-2							+	+	+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа по курсу
проводить технические расчеты по проектам	ИД-5ПК-2	+	+	+									Контрольная работа/Способы

<p>современных энергетических установок на базе ГТУ, параметрах основного и вспомогательного оборудования с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического оборудования, представлять результаты расчетов и проектов тепловых схем ГТУ и ПГУ ТЭС</p>												<p>повышения тепловой экономичности газотурбинных установки и оптимизация схем ГТУ ТЭС</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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: Билеты (письменный опрос)

1. Тест №2. «Основные системы ПГУ» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа по курсу (Контрольная работа)
2. Способы повышения тепловой экономичности газотурбинных установки и оптимизация схем ГТУ ТЭЦ (Контрольная работа)
3. Тест 1 «Повышение эффективности ГТУ» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101 "Тепловые электрические станции" по дисциплинам "Парогазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепловые и атомные электрические станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; Ред. С. В. Цанев . – 3-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2009 . – 584 с. - ISBN 978-5-383-00340-4 .;
2. Цанев С.В. , Буров В.Д. , Земцов А. С., Осыка А. С.- "Газотурбинные энергетические установки", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (428 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72219.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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. 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. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
12. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
13. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
14. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
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	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Т-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**Современные технологии на ТЭС**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Тест 1 «Повышение эффективности ГТУ» (Тестирование)

КМ-2 Способы повышения тепловой экономичности газотурбинных установки и оптимизация схем ГТУ ТЭЦ (Контрольная работа)

КМ-3 Тест №2. «Основные системы ПГУ» (Тестирование)

КМ-4 Контрольная работа по курсу (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	14	16
1	Введение. Основные критерии тепловой эффективности.					
1.1	Основные критерии тепловой эффективности		+	+		
2	Основные типы установок высокой эффективности					
2.1	Основные типы установок высокой эффективности		+	+		
3	Способы совершенствования энергетических газотурбинных установок и их тепловых схем					
3.1	Способы совершенствования энергетических газотурбинных установок и их тепловых схем		+	+		
4	Температурные графики теплосети и их особенности.					
4.1	Температурные графики теплосети и их особенности.		+	+		
5	ГТУ-ТЭЦ. Виды, основные схемы исполнения и особенности их работы.					
5.1	ГТУ-ТЭЦ. Виды, основные схемы исполнения и особенности их работы.		+	+		+
6	Понятие ПГУ-КЭС					
6.1	Понятие ПГУ-КЭС				+	+
7	Одноконтурные ПГУ-КЭС					
7.1	Одноконтурные ПГУ-КЭС				+	+

8	Двухконтурные ПГУ-КЭС				
8.1	Двухконтурные ПГУ-КЭС			+	+
9	Трехконтурные ПГУ-КЭС. Применение промежуточного перегрева пара.				
9.1	Трехконтурные ПГУ-КЭС. Применение промежуточного перегрева пара.			+	+
10	ПГУ-ТЭЦ				
10.1	ПГУ-ТЭЦ			+	+
Вес КМ, %:		10	30	20	40