

**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: Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Тестирование	
Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Косой А.А.	
Идентификатор	Rf765ead2-KosoyAA-01b8e7ed	

А.А. Косой

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Мезин С.В.	
Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee	

С.В. Мезин

Заведующий выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Мезин С.В.	
Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee	

С.В. Мезин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных принципов оптимального управления технологическими процессами и режимами работы объектов энергетики

Задачи дисциплины

- изучение принципов управления режимами работы электростанций в условиях рынка электроэнергии и мощности;
- изучение принципов оптимального управления технологическими процессами и режимами работы оборудования электростанций;
- овладение основами принятия оптимального решения и обоснования конкретных технических решений при выборе режимов работы энергетического оборудования при их работе на частичных нагрузках, в режимах резервирования мощности, при участии их в регулировании частоты и мощности в энергосистеме.

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 организации разработки, внедрения и сопровождения АСУТП, разработке мероприятий по повышению качества АСУ ТП и её элементов	ИД-1ПК-2 Демонстрирует знание основ современной теории оптимизации, адаптивного и оптимального управления технологическими процессами, применяет методы описания в пространстве состояний и синтеза оптимальных алгоритмов во временной области	знать: - базовые принципы оптимального управления технологическими процессами и режимами оборудования и электростанций; - основные математические методы решения однокритериальных и многокритериальных оптимизационных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Адаптивные и оптимальные системы управления
- знать АСУ ТП энергоблоков
- знать Проектирование и эксплуатация автоматических систем

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 понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности	27	3	8	-	4	-	-	-	-	-	15	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности" <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходим		
1.1	Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности	27		8	-	4	-	-	-	-	-	15	-				

															проводи обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии.
															<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 4-11
2	Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции	27	8	-	4	-	-	-	-	15	-				<u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии.
2.1	Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции	27	8	-	4	-	-	-	-	15	-				<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к текущему контролю:</u>

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 понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности

1.1. Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности

Основные понятия оптимального управления. Энергосистема, электростанции, энергоблоки и их оборудования как объекты управления. Особенности технических систем управления. Понятие декомпозиции системы и задач управления. Автоматические и автоматизированные системы управления. Количественные и качественные характеристики электроэнергии в энергосистеме и проблема их обеспечения. Системные услуги, регламент участия электростанций различных типов в этих услугах. Нормированное первичное, автоматическое вторичное регулирование, необходимые условия и возможности энергоблоков различных типов для участия в них. Особенности участия ТЭЦ и ПГУ в этих услугах.

2. Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции

2.1. Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции

Топливно-энергетический комплекс России. Структурная схема управления энергетическим комплексом. Итоги реструктуризации энергетической отрасли, Основные звенья управления энергетической системой, функции Системного оператора, администратора торговой сети. Структурная схема оперативного управления режимами работы электростанций. Оптово-генерирующие, территориальные генерирующие компании. Проблемы оптимального управления электроэнергетической системой. Рынок электроэнергии и мощности, его сектора и особенности их функционирования. Порядок проведения конкурсного отбора по электроэнергии и мощности. Особенности режимов работы конденсационных, теплофикационных, атомных и гидроэлектростанций в энергосистеме. Регламент участия электростанций на различных секторах рынка электроэнергии и мощности. Формирование участия электростанций на рынке «на сутки вперед», балансирующем рынке и на рынке системных услуг. Структурная схема управления оперативным режимом внутри электростанции. Роль и место АСУТП в системе управления режимами работы оборудования и электростанции.

3. Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки

3.1. Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках. Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки

Особенности режимов работы оборудования в условиях рынка электроэнергии и мощности. Основные показатели оборудования по экономичности и надежности при выходе на рынок. Условия формирования и исполнения диспетчерского графика. Работа энергоблоков конденсационного типа на частичных нагрузках, регулировочный диапазон, ограничения технологические, системные. Работа котла, турбины, питательной установки, конденсатора и регенеративной системы энергоблока на частичных нагрузках. Выбор оптимальных параметров и режимов работы оборудования на частичных нагрузках.

Применение скользящего и комбинированного скользящего регулирования давления пара. Выбор оптимального давления в конденсаторе. Анализ способов получения дополнительной (пиковой) мощности и их сравнительная оценка Временные характеристики выбора состава генерирующего оборудования и оптимального распределения мощности при выходе на оптовый рынок электроэнергии и мощности. Взаимосвязь между составом и оптимальным распределением нагрузки. Энергетические характеристики энергоблоков, методы резервирования мощности при прохождении провалов нагрузок и выбор оптимальной стратегии их использования. Постановка задачи выбора состава генерирующего состава оборудования при однокритериальном (экономический фактор) и многокритериальном (факторы экономичности и надежности). Общие методические подходы и алгоритмы решения. Постановка задачи оптимального распределения текущей нагрузки при заданном составе генерирующего оборудования и методы их решения при однокритериальном и многокритериальном постановках задачи. Особенности решения поставленных задач при обслуживании электростанции нескольких групповых точек поставки электроэнергии.

4. Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация

Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация

4.1. Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация
Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация

Особенности режимов работы для различных типов теплофикационных агрегатов. Тепловой график, выработка электроэнергии и мощности на тепловом потреблении. Энергетические показатели теплофикационных агрегатов при различных режимах работы теплофикационной установки. Выбор оптимальных режимов теплофикационной установки при различных сочетаниях тепловой и электрической нагрузок, возможности получения дополнительной мощности на теплофикационных агрегатах, и их сравнительная эффективность Особенности решений задач выбора состава генерирующего оборудования и оптимального распределения тепловой и электрической нагрузки на ТЭЦ со сложным составом оборудования. Особенности решения поставленных задач при обслуживании электростанции нескольких групповых точек поставки электроэнергии и поставки тепла по нескольким магистралям Особенности конструктивного исполнения парогазовых установок и их влияние на режим работы оборудования установки. Регулировочный диапазон газовой турбины, котла-утилизатора, паровой турбины и ПГУ в целом. Режимы работы оборудования ПГУ на пониженных нагрузках и их оптимизация. Способы расширения регулировочного диапазона ПГУ. Выбор оптимальных режимов для ПГУ по схеме 2ГТ+2КУ+1ПТ.

3.3. Темы практических занятий

1. Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения;
2. Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции;
3. Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках;
4. Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки;
5. Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация;
6. Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация;
7. Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности;
8. Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (TK)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация"

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		
Знать:							
основные математические методы решения однокритериальных и многокритериальных оптимизационных задач	ИД-1пк-2			+	+	Реферат/Реферат Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация Тестирование/Тестирование Тема — Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки Тестирование/Тестирование Тема — Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции	
базовые принципы оптимального управления технологическими процессами и режимами оборудования и электростанций	ИД-1пк-2	+	+			Контрольная работа/Контрольная работа №1. Тема — Расчет мощности ЦВД при работе блока на частичных нагрузках Тестирование/Тестирование Тема — Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции	

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Контрольная работа №1. Тема — Расчет мощности ЦВД при работе блока на частичных нагрузках (Контрольная работа)
2. Тестирование Тема — Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки (Тестирование)
3. Тестирование Тема — Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Реферат Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация (Реферат)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка за освоение дисциплины определяется как: совокупность оценки за ответ на вопрос при проведении зачета (зачетная составляющая в терминах системы БАРС) и оцен-ки, полученной в системе БАРС (семестровая составляющая в терминах системы БАРС) в соответствие с таблицей.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Аракелян, Э. К. Оптимизация и оптимальное управление : Учебное пособие по курсам "Адаптивные и оптимальные системы управления", "Оптимальное управление режимами работы электростанций" по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" / Э. К. Аракелян, Г. А. Пикина ; Ред. Т. Е. Щедеркина ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 356 с. - ISBN 5-7046-0896-5 ;
2. 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 .;
3. 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.;

4. В. А. Веников, Л. А. Жуков, Г. Е. Поспелов- "Режимы работы электрических систем и сетей", Издательство: "Высшая школа", Москва, 1975 - (343 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447957>;
5. Плетнев, Г. П. Основы построения и функционирования АСУ тепловых электростанций : Пособие для работников АСУ тепловых электростанций / Г. П. Плетнев, И. В. Долинин . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 156 с. - ISBN 5-7046-0772-1 .;
6. Кудинов Ю. И., Пащенко Ф. Ф., Кудинов И. Ю., Пащенко А. Ф.- "Нечеткое моделирование и управление в технических системах", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (208 с.)
<https://e.lanbook.com/book/183718>;
7. Трухний А.Д.- "Паровые и газовые турбины для электростанций", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010259.html>;
8. Д. О. Глухов, Н. В. Белова, Б. Ф. Лаврентьев, И. В. Рябов- "Проектирование сложных систем управления", Издательство: "Поволжский государственный технологический университет", Йошкар-Ола, 2015 - (100 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459478>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Scilab.

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-210/3, Компьютерный класс каф. "АСУТП"	стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, доска меловая, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-210/7в, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, стол для

		совещаний, экран, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	B-210/8a, Архив	шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Оптимальное управление режимами работы электрических станций**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Контрольная работа №1. Тема — Расчет мощности ЦВД при работе блока на частичных нагрузках (Контрольная работа)
- КМ-2 Тестирование Тема — Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции (Тестирование)
- КМ-3 Тестирование Тема — Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки (Тестирование)
- КМ-4 Реферат Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация (Реферат)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности					
1.1	Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблоков ТЭС в регулировании частоты и мощности	+	+			
2	Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции					
2.1	Структура управления энергетикой России. Рынок электроэнергии и мощности Режимы работы электростанций, структура управления внутри станции	+	+			
3	Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки					
3.1	Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки		+	+	+	+
4	Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация					

4.1	Режимы работы оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация		+	+	+
	Вес КМ, %:	25	25	25	25