



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ТЭФ

_____ **Г.В.Кузнецов**

“ _____ ” _____ 2009 г.

Системы и источники энергоснабжения

Рабочая программа для студентов специальности 140101 (100500) - тепловые
электрические станции

гр. 6350

Факультет - теплоэнергетический

Обеспечивающая кафедра - атомных и тепловых электростанций

Курс - пятый

Семестр – девятый

Учебный план набора 2005 года

Распределение учебного времени

Лекции	36	часа
Практические занятия	18	часов
Курсовой проект в 9 семестре		
Всего аудиторных занятий	54	часа
Самостоятельная (внеаудиторная) работа	81	часов
Общая трудоемкость	135	часа
Зачет в - 9 семестре		
Дифференцированный зачет в - 9 семестре		



Предисловие

1. Рабочая программа составлена на основе ГОС № 209 тех/дс, по специальности 140101 – Тепловые электрические станции, утвержденного МОРФ 23.03.2000 года.

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры Атомных и тепловых электростанций « ____ » _____ 2008 г., протокол № _____

2. Разработчики, доцент кафедры АТЭС _____ В.И. Беспалов

3. Зав. обеспечивающей кафедрой АТЭС _____ Л.А. Беляев

4. Рабочая программа СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. выпускающей кафедрой _____ Л.А. Беляев



СИСТЕМЫ И ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

140101(100500)(с)

Каф. АТЭС ТЭФ

Доцент, к.т.н. Беспалов Владимир Ильич

Тел. (3822) 56-41-70, e-mail: vibsp@tpu.ru

Цель: формирование знаний о состоянии и перспективах развития систем и источников энергоснабжения предприятий и жилых массивов, обеспечивающих централизованное производство, преобразование, распределение и увязку потоков энергии и энергоносителей, используемых для надежного и экономичного энергоснабжения населения и осуществления технологических процессов.

Содержание. Представлена рабочая программа по дисциплине " Системы и источники энергоснабжения" для студентов специальности 100500 – Тепловые электрические станции.

Сформулированы цели и задачи дисциплины. Указано, что должен знать и уметь студент в результате изучения дисциплины. Изложено содержание лекций, практических и лабораторных занятий, самостоятельной познавательной деятельности. Указана литература и ссылки на отдельные разделы и параграфы. Программой предусмотрено изучение назначения и структуры системы энергоснабжения предприятия, системы теплоснабжения, методов регулирования отпуска тепла, гидравлического режима и расчета тепловых сетей. Рассмотрены системы производственного пароснабжения и электроснабжения. Банк контрольных материалов с методическими указаниями, включающий в себя список вопросов по теоретическим разделам, экзаменационные билеты, базовые табли-



цы заданий по практическим, лабораторным заданиям, курсовому проектированию прилагаются отдельно.

Разработчик – Беспалов В.И., кафедра Атомных и тепловых электростанций, ТЭФ, адрес электронной почты: vibsp@tpu.ru.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Цель преподавания дисциплины.

Дисциплина «Системы и источники энергоснабжения» относится к циклу специальных дисциплин в образовательном стандарте ТПУ по 140101 (100500) – «Тепловые электрические станции».

Целью изучения дисциплины является получение знаний о состоянии и перспективах развития систем и источников энергоснабжения предприятий и жилых массивов, обеспечивающих централизованное производство, преобразование, распределение и увязку потоков энергии и энергоносителей, используемых для надежного и экономичного энергоснабжения населения и осуществления технологических процессов.

1.2. Задачи изложения и изучения дисциплины.

Требования к уровню подготовки студента.

После изучения данной дисциплины студент должен:

изучить и иметь представление:

- об основных типах источников энергоснабжения предприятий и жилых массивов;
- о системах энергоснабжения потребителей разного профиля;

знать и уметь:

- знать назначение и структуру системы энергоснабжения промышленных предприятий и жилых массивов;
- знать общие приемы системного анализа систем и источников энергоснабжения (СИЭС), методы их математического моделирования и оптимизации и уметь пользоваться ими;
- знать принципы построения СИЭС и перспективы их совершенствования;
- проектировать СИЭС с использованием методов системного анализа, математического моделирования и оптимизации;
- производить расчет и оптимизацию режимов работы действующих СИЭС;



- разрабатывать предложения по модернизации СИЭС на основе их системного анализа;

иметь навыки:

- проектирования и оптимизации систем энергоснабжения промышленных предприятий и жилых массивов.

1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо при изучении данной дисциплины

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами по технической термодинамике, тепломассообмену, гидродинамике, прикладной механике, высшей математике, математическим моделям в расчетах на ЭВМ, программированию и применению ЭВМ. Кроме того, необходимы знания по таким общепрофессиональным и специальным дисциплинам: Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях; Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии; Котельные установки и парогенераторы; Турбины тепловых и атомных электрических станций; Тепловые и атомные электрические станции; Природоохранные технологии на ТЭС.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ (ЛЕКЦИИ)

2.1. Назначение и структура системы энергоснабжения предприятия (6 часов).

Задачи курса, связь со смежными дисциплинами.

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) России и направления его развития. Теплоэнергетика: назначение, место и роль в ТЭК. Основные энергосистемы и энергоресурсы, используемые предприятиями, и проблемы их рационального потребления.

Технологические агрегаты как потребители разнообразных первичных энергоресурсов и генераторы внутренних (вторичных) энергетических ресурсов (ВЭР). Характеристика реальных графиков потребления энергоресурсов и выдачи ВЭР технологическими агрегатами. Учет неоднозначности (неопределенности) исходной информации при их построении.

Теплоэнергетическая система (ТЭС) как часть системы энергоснабжения (СЭС) - сложный комплекс, образуемый энергетическими установками, генерирующими и преобразующими разнообразные энергоносители, используемые в



технологических процессах; технологическими агрегатами, потребляющими одни и одновременно генерирующими другие энергоресурсы; разветвленными трубопроводными системами транспортировки и распределения энергоносителей. Значение рационального построения СЭС, варианты структуры СЭС, роль в повышении эффективности использования энергоресурсов и решение экологических проблем.

Топливо-энергетические балансы предприятий и промышленных узлов, методы их составления и выбора структуры СЭС. Выбор параметров и мощностей энергетических станций и установок, входящих в СЭС. Учет влияния структуры и режимов работы потребителей, связанных с предприятиями тепло-, газо-, электроснабжения, а также нерегулярного характера реальных графиков потребления и выхода ВЭР на предприятия, на надежность и экономичность работы СЭС и особенности выбора ее элементов.

Использование системного анализа, математического моделирования и ЭВМ при исследовании, проектировании и оптимизации СЭС.

2.2. Системы теплоснабжения (16 часов).

Тепловое потребление. Классификация тепловых нагрузок, графики нагрузок, годовой расход теплоты.

Классификация систем теплоснабжения. Источники тепла и их тепловые схемы. Водяные и паровые системы теплоснабжения. Сверхдальняя транспортировка теплоты. Выбор системы теплоснабжения и теплоносителя.

Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения. Методы регулирования отпуска тепла. Центральное регулирование однородной и разнородной тепловой нагрузки. Центральное регулирование однетрубных систем теплоснабжения. Выбор метода центрального регулирования отпуска теплоты. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных.

Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета. Основные расчетные зависимости и порядок гидравлического расчета. Пьезометрический график и его построение. Определение расчетных расходов воды и характеристик насосов. Гидравлический режим тепловых сетей. Гидравлическая характеристика и устойчивость тепловой сети. Гидравлический удар в тепловых сетях. Теплофикационное оборудование ТЭЦ и котельных. Подготовка для тепловых сетей.

Оборудование тепловых пунктов. Водоводяные подогреватели, смесительные узлы, аккумуляторы теплоты. Оборудование тепловых сетей. Теплопрово-



ды, теплоизоляция, опоры и компенсаторы. Тепловой расчет тепловых сетей. Тепловые потери. Эксплуатация тепловых сетей и систем теплоснабжения. Оптимизация систем теплоснабжения.

2.3. Внутренние энергоресурсы (ВЭР) и особенности их использования (2 часа).

Тепловые, горючие ВЭР и ВЭР избыточного давления. Объемы и графики выхода ВЭР. Методика составления балансов. Направления и способы использования ВЭР в системах энергоснабжения.

Реальные графики выхода ВЭР и их математические модели. Причины дебалансов горючих ВЭР. Размеры и продолжительность дебалансов. Энергетические и экономические потери. Статическая и динамическая модели баланса горючих ВЭР.

Способы устранения дебалансов и потерь горючих газообразных ВЭР: аккумулярование в газгольдерах и под давлением в газопроводах; аккумулярование тепла сгорания периодических выходов горючих газов в керамических регенераторах с последующим нагревом в них воздуха для газовой турбины и др. Схемы, конструкции, области применения.

2.4. Системы производственного пароснабжения (6 часов).

Характеристика систем пароснабжения предприятий, их структура, режим работы, методы построения. Реальные графики потребления пара, их математические модели.

Экономическая целесообразность использования ВЭР для генерации пара. Виды, параметры и графики выхода используемых ВЭР. Математические модели, описывающие структуру ВЭР и графиков их выхода.

Источники пароснабжения. Теплоэлектроцентрали и оборудование по отпуску пара промышленным потребителям: редуционно-охладительные установки, паропреобразовательные установки, производственные отборы пара турбин, турбины с противодавлением. Паровые производственные котельные. Парогенерирующие утилизационные установки (ПГУУ). Математические модели источников пароснабжения. Особенности построения балансов при использовании ВЭР в системах пароснабжения.

Временные дебалансы в системах пароснабжения и их устранение путем использования пиковых паровых котлов, аккумулярующей емкости паропрово-



дов и пароводяных аккумуляторов, заводской ТЭЦ в качестве "замыкающего" звена. Методы выбора оптимальной тепловой мощности и нагрузки промышленных отборов турбин при их совместной работе с ПГУУ, использование летних избытков пара от ПГУУ в тепловой схеме ТЭЦ и других установках. Снижение дебалансов пара путем выравнивания паропроизводительности ПГУУ за счет их "подпитки" (сжигания топлива). Математические модели ПГУУ с подпиткой.

2.5. Общие приемы системного анализа, используемые при проектировании и оптимизации СЭС (2 часов).

Математические модели СЭС и ее элементов. Принципы, этапы и условия создания и реализации математической модели СЭС. Детерминированные и вероятностные математические модели. Математические модели при наличии неопределенности исходной информации о моделируемом объекте. Количественная оценка достоверности моделей разного вида.

Примеры создания и использования моделей разного уровня для СЭС и ее элементов.

Оптимизация СЭС. Задачи линейного, нелинейного и динамического программирования при оптимизации СЭС по детерминированным моделям с неопределенной исходной информацией. Особенности принятия решений в задачах оптимизации СЭС по таким моделям.

2.6. Построение систем энергоснабжения и перспективы их совершенствования (4 часа).

Общие принципы оптимального построения СЭС и последовательность ее проектирования. Методы оценки эффективности использования первичных ТЭР.

Построение современных СЭС с использованием: комбинированного (совместного) производства разных энергоносителей, совместной работы энергогенерирующих установок предприятия, учета переменного режима работы СЭС. Методы выбора комплексно-оптимального оборудования энергогенерирующих станций и других элементов СЭС, резервных энергогенерирующих источников, видов и параметров энергоносителей.

Перспективы развития СЭС. Возможности и пути использования энергии ядерного горючего в системах энергообеспечения промышленных предприятий.



Основы электроснабжения промышленных предприятий. Основные элементы и типовые схемы электроснабжения теплоэнергетических установок, их технико-экономические характеристики. Требования к качеству электроэнергии и влияние его на работу потребителей. Электроснабжение собственных нужд тепловых и атомных электрических станций. Вопросы электробезопасности в сетях электроснабжения.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Практические занятия (18 часов).

Целью практических занятий является приобретение навыков составления возможного варианта СЭС по заданным исходным данным, характеризующим предложенный промузел, или анализ СЭС конкретного узла. В первом случае в качестве исходных данных могут быть заданы: типы предприятий; наличие внешних источников и потребителей энергетических ресурсов и их характеристики; район расположения предприятий; генплан района; объемы потребления теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение; объемы и параметры потребляемого пара; объемы потребляемой электроэнергии. Во втором случае в качестве исходных данных могут быть использованы материалы производственной практики.

На практических занятиях студенты должны определить потребности в энергоресурсах каждого предприятия; возможный выход побочных энергетических ресурсов их вид и параметры, графики выхода; составить материальный и энергетический баланс СЭС, определить мощность и тип источников энергии с учетом потерь и использования побочных энергоресурсов.

При разработке СЭС студентом должна быть предложена и обоснована ее структура, состав её основного оборудования, определены основные технико-экономические показатели её работы.

При анализе СЭС должны быть выявлены основные недостатки в её работе и на основе технико-экономических расчётов предложены способы их устранения.

Результаты, полученные на практических занятиях, целесообразно использовать при выполнении курсового проекта по дисциплине.

3.2 Тематика курсовых проектов (курсовой проект)

В 9 семестре выполняется курсовой проект на тему:



Система энергоснабжения промышленного района.

Цель проекта: получить навыки по разработке системы энергоснабжения комплекса промышленных предприятий и жилого массива при заданных характеристиках района и потребителей энергии.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА - 81 ЧАС.

- Самостоятельная проработка теоретического материала, изложенного на лекциях по курсу, просмотр и изучение технической и учебной литературы по курсу, выполнение курсового проекта
- 27 часов
- Изучение методов математического моделирования и математической модели оптимизации системы энергоснабжения, выполнение курсового проекта
- 8 часов
- Подготовка исходной информации, проведение расчетов системы энергоснабжения и анализ полученных результатов, выполнение курсового проекта
- 26 часов
- Оформление курсового проекта, подготовка к защите курсового проекта и защита проекта
- 20 часов

4. ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В течение семестра для текущего контроля предусматривается 3 контрольных работы по материалам лекций с целью проведения рейтинговой аттестации в конце каждого месяца (с 25 по 28 число). В расчет рейтинга идут оценки отлично, хорошо, удовлетворительно. В рейтинг-плане перечисляются разделы с указанием номеров лекций (темы лекций даны в календарном плане) и «веса» разделов в баллах. Перечень вопросов для каждой контрольной прилагается к программе.

Работа на практических занятиях оценивается по результатам выполнения задач. Оценка в баллах определяется по эффективности работы на занятии, сроки сдачи определены в рейтинг-плане.

В конце семестра при условии выполнения всех практических работ и результатам посещения и работы на лекциях студент набирает минимум баллов, необходимый для проставления зачета. Если минимум баллов не набран, то зачет сдается по программе курса. За сдачу зачета ставятся баллы в соответствии с положением рейтинговой системы.

Рейтинг-план прилагается.



5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень используемых информационных продуктов

При изучении дисциплины используются

- Технические средства аудитории с АСУ ПДС (компьютеры, мониторы, экраны).
- Программное обеспечение АСУ ПДС.
- Видеофильмы «Циклы ПТУ и ГТУ».
- Компьютерные программы:
 - «ISTOK1» - для изучения тепловых схем КЭС и ТЭЦ;
 - «ZIKL» - для исследование влияния начальных и конечных параметров, промперегрева, сепарации на термический и абсолютный внутренний КПД циклов паротурбинных установок;
 - «TABL1», «TFS», «TFM» - для расчета свойств теплоносителей;
 - «PVD», «PND» - для изучения схем включения ПВД и ПНД;
- Методические указания к выполнению курсового проекта.

5.2. Перечень рекомендуемой литературы

5.2.1. Основная

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов.-7-е изд., стереот.- М.: Издательство МЭИ, 2001. 472 с.: ил.
2. Стерман Л.С., Тевлин С.А., Шарков А.Т. Тепловые и атомные электростанции. - М.: Энергоиздат, 1982. - 456 с.
3. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. – М.: Энергоатомиздат, 1987.– 328 с. (М.: Энергия,1976. – 448 с.).
4. Маргулова Т. Х.. Атомные электрические станции. -М.:Высшая школа, 1969, 1972, 1978, 1984.
5. Мелентьев Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики: Учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб. И доп. –М.: Высш. Школа, 1982. – 319 с.: ил.
6. Резников М.И., Липов Ю.М. Котельные установки электростанций .- М.:Энергоатомиздат, 1987.
7. Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин: Учебник для ВУЗов в 2-х кн.-М.: Энергоатомиздат, 1993.
8. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины. - М.: Энергоатомиздат, 1990.



9. Паротурбинные установки АЭС/ Под ред. Ю.Ф. Косяка.-М.: Энергия, 1978.

10. Дополнительная

11. Гиршфельд В.Я., Морозов Г.Н. Тепловые электрические станции. - М.: Энергия, 1973.

12. Сидельковский Л.Ю., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1988.

13. Веллер В.И. Автоматическое регулирование паровых турбин. -М.: Энергия, 1977.

14. Шляхин П.Н. Паровые и газовые турбины. -М.: Энергия, 1974.

15. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. 304 с.: ил.

Вспомогательная

16. Энергетические установки электростанций. Методические указания к выполнению курсовой работы. - Томск: изд-во ТПУ, 1995. (Составители Антонова А.М. или Галашов Н.Н.).

17. Методические указания к выполнению домашних заданий по курсу “ТЭС, АЭС и охрана окружающей Среды”. - Томск: изд. ТПУ, 1994. (Составитель Антонова А.М.).

18. Марушкин В.М. Подогреватели высокого давления турбоустановок ТЭС и АЭС.-М.: Энергоатомиздат., 1985.

19. Малюшенко В.В., Михайлов А.К. Энергетические насосы. Справочное пособие. -М.: Энергоиздат, 1981.

Программу составил
доцент кафедры АТЭС

Беспалов В.И.