

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА  
ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ  
НА ТЭЦ, КЭС И В РАЙОННЫХ КОТЕЛЬНЫХ**

*Методические указания*

*к выполнению практических занятий и курсового проекта (работ)  
для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство»,  
21.03.01 «Нефтегазовое дело», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
всех форм обучения*

Воронеж 2021

УДК 621.1  
ББК 31.361

*Составители:*

*Д. Н. Китаев, Г. Н. Мартыненко*

**Термодинамические основы производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, КЭС и в районных котельных:** метод. указания к выполнению практических занятий и курсового проекта (работ) для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Д.Н. Китаев, Г.Н. Мартыненко. – Воронеж, 2021. – 40 с.

Представлены основы методики термодинамического и технико-экономического расчета производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, КЭС и в районных котельных. Приведен пример расчета в необходимом для выполнения курсовой работы объеме, а также справочные данные.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения.

Ил. 13. Табл. 3. Библиогр.: 4 назв.

**УДК 621.1  
ББК 31.361**

**Рецензент** - *Т. В. Щукина, канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства Воронежского государственного технического университета*

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## ВВЕДЕНИЕ

Процессы водяного пара, паросилового цикл Ренкина, термодинамические основы производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, КЭС и в районных котельных изучаются студентами бакалавриата направления подготовки 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения в курсе «Техническая термодинамика».

В соответствии с учебным планом студенты бакалавриата направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» выполняют курсовой проект, направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» - курсовую работу. У бакалавриата направления 08.03.01 «Строительство» предусмотрены практические занятия по данной тематике.

Приступая к выполнению курсовой работы, студент должен изучить вопросы, связанные с водяным паром, должен уметь определять его параметры по  $i$ - $S$ - диаграмме, а также с помощью таблиц и аналитически. Является необходимым умение строить процессы изменения состояния водяного пара.

В представленных методических указаниях приведены краткие сведения по основному оборудованию ТЭЦ, рассмотрена схема паротурбинной ТЭЦ с регулируемым отбором. Описан порядок построения процессов изменения состояния водяного пара в контурах ТЭЦ в  $i$ - $S$  и  $T$ - $S$ - диаграммах. Представлена упрощенная методика расчета термодинамических и технико-экономических параметров производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, КЭС и в районных котельных.

В публикациях отечественных ученых многие десятилетия ведется дискуссия о выборе показателей эффективности и методов расчета совместного производства тепловой и электрической энергии. Существует несколько десятков методик расчета, предложенных учеными и инженерами различных организаций в различное время. В нашей стране долгое время предпочтение отдавалось физическому методу, который дает возможность простейшим способом распределять затраты топлива между различными видами производимой энергии. Основы этого метода и представлены в данных методических указаниях. В настоящее время этот метод используют лишь для приближенной оценки. Предлагаемые эксергетический и нормативный методы тоже имеют ряд недостатков и признаются несостоятельными. Создаются новые методики, но общего положительного мнения по поводу их использования среди ученых в настоящее время нет.

В методических указаниях представлен пример выполнения курсовой работы. Справочные данные, представленные в приложениях, помогут при расчете параметров пара. Методические указания составлены так, что студентам не придется в процессе выполнения курсового проекта(работы) и выполнения практических обращаться к другим источникам.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Общие положения.....	4
2. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии на ТЭЦ.....	5
2.1. Характеристика основного оборудования ТЭЦ.....	5
2.2. Схема производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ с турбинами с регулируемыми отборами.....	8
2.3. Термодинамический расчет комбинированной схемы производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ.....	10
2.3.1 Построение $i$ - $S$ - диаграммы.....	10
2.3.2 Построение $T$ - $S$ - диаграммы.....	12
2.4. Определение термодинамических и технико-экономических параметров.....	14
2.4.1 Конденсационный режим работы турбины.....	14
2.4.2 Работа турбины с отбором.....	15
3. Раздельная схема производства тепловой и электрической энергии на КЭС и в районных котельных.....	17
3.1. Построение процессов водяного пара в конденсационной турбине.....	17
3.2. Определение термодинамических и технико-экономических параметров КЭС и районных котельных.....	19
3.3. Анализ показателей эффективности ТЭЦ и КЭС.....	21
4. Пример выполнения курсовой работы.....	21
Библиографический список.....	30
Приложение 1. Задания для выполнения курсовой работы.....	31
Приложение 2. Свойства сухого насыщенного пара (по температурам).....	32
Приложение 3. Свойства сухого насыщенного пара (по давлениям).....	34
Приложение 4. Свойства перегретого водяного пара (200-600 °С).....	37

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА  
ТЕПЛОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ  
НА ТЭЦ, КЭС И В РАЙОННЫХ КОТЕЛЬНЫХ**

*Методические указания  
к выполнению практических занятий и курсового проекта (работ)  
для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство»,  
21.03.01 «Нефтегазовое дело», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
всех форм обучения*

Составители: Китаев Дмитрий Николаевич,  
Мартыненко Галина Николаевна

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.06.2021.  
Формат 60x84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.  
Уч.-изд. л. 2,5. Усл. печ. л. 2,3. Тираж 306 экз.  
Заказ № 87.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ  
394026 Воронеж, Московский просп., 14