

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1  
«Дисциплины (модули)»  
«Энергоснабжение»

Направление подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы – Электроснабжение

Типы задач профессиональной деятельности: эксплуатационный

Форма обучения – очная, заочная

Машиностроительный факультет

Кафедра электроэнергетики и электротехники

Тверь 20\_\_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:  
старший преподаватель кафедры ЭСиЭ

Ю.М. Павлова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭСиЭ  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

А.Н. Макаров

Согласовано:  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

**Целью изучения дисциплины «Энергоснабжение»** является формирование у студентов устойчивых знаний о взаимосвязи теплоэнергетических и электроэнергетических установок электростанций, их совместной работе, режимах и циклах работы энергетических установок.

**Задачами дисциплины** являются:

- приобретение понимания проблем совместной работы электроэнергетических и теплоэнергетических установок, совместной выработки электрической и тепловой энергии;
- овладение приемами комплексного анализа проблем энергетики, ориентированного на снижение антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности общества;
- формирование обобщенного представления о единстве энергетической системы как органической части промышленности и экономики в целом.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП.**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания дисциплин «Математика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Физика», «Электрические машины», «Компьютерная графика».

Приобретенные в рамках освоения данной дисциплины знания используются при изучении дисциплин «Энергосбережение», «Электротехнологические установки», «Электрические станции и подстанции», расширяются и систематизируются в вопросах организации и управления научной деятельностью, проведения научных исследований и создания научных работ.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

### **3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

ПК-3. Способность участвовать в повышении эффективности производственно-хозяйственной деятельности на объектах энергетики

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

**Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

ИПК-3.2. Демонстрирует знания по эффективному потреблению ресурсов на объектах энергетики и у потребителей энергоресурсов

ИУК-1.1. Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи.

ИУК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**ИПК-3.2**

**Знать:**

31. Пути экономии теплоэнергетических ресурсов; пути совершенствования конструкций теплоэнергетических установок;

**Уметь:**

У1. Выполнять технические расчеты для определения экономической эффективности исследований и разработок;

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП.1: Работы с методикой расчета теплового и материального баланса теплоэнергетической установки.

**ИУК 1.1****Знать:**

З1. Законы термодинамики; закон Фурье; уравнение Менделеева-Клапейрона; основы теории теплообмена;

**Уметь:**

У1. Пользоваться технической и справочной литературой; правильно выбирать вид теплоэнергетической установки и вспомогательного оборудования для данной технологии, выполнять теплотехнический расчет выбранной установки и оценивать ее эффективность

**ИУК 1.2****Знать:**

З1. Понятия о теории подобия и методах математического моделирования.

**Уметь:**

У1. Применять теоретические основы методов преобразования энергии.

**3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

Проведение лекционных занятий, лабораторных занятий, выполнение курсовой работы.

**4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.****ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 1А. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	4	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		45
В том числе:		
Лекции		15
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		30
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		63+36 (экзамен)
В том числе:		
Курсовая работа		50
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы - подготовка к практическим занятиям		13
Текущий контроль и промежуточная аттестация (экзамен)		36
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		80

<b>В том числе:</b>		
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		50
Курсовой проект		не предусмотрен

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1Б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	4	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		10
В том числе:		
Лекции		4
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		6
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		125+9 (экзамен)
В том числе:		
Курсовая работа		70
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы - подготовка к практическим занятиям		55
Текущий контроль и промежуточная аттестация (экзамен)		9
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		76
<b>В том числе:</b>		
Практические занятия (ПЗ)		6
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		70

## 5. Структура и содержание дисциплины.

### 5.1. Структура дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2А. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Сам. работа
1	Техническая термодинамика. Свойства и термодинамические процессы паров.	35+18(экз.)	5	10	20+18(экз.)
2	Основные положения теории теплообмена. Энергетические установки, теплоснабжение.	73+18(экз.)	10	20	43+18(экз.)
Всего на дисциплину		<b>144</b>	15	30	63+36 (экз.)

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2А. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Сам. работа
1	Техническая термодинамика. Свойства и термодинамические процессы паров.	65+4(экз.)	2	3	60+4(экз.)
2	Основные положения теории теплообмена. Энергетические установки, теплоснабжение.	70+5(экз.)	2	3	65+5(экз.)
Всего на дисциплину		<b>144</b>	4	6	125+9 (экз.)

## 5.2. Содержание дисциплины.

### МОДУЛЬ 1 «Техническая термодинамика. Свойства и термодинамические процессы паров»

Первый закон термодинамики. Сущность первого закона термодинамики. Формулировка и аналитическое выражение первого закона термодинамики. Определение работы и теплоты через параметры состояния. Внутренняя энергия, энтальпия и энтропия рабочего тела. Уравнение первого закона термодинамики для потока.

Второй закон термодинамики. Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки. Прямые и обратные циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Цикл Карно. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Водяной пар. Свойства реальных газов. Основные определения и понятия процесса парообразования. Термодинамические таблицы свойств воды и водяного пара.  $h - s$  диаграмма водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и диаграмм водяного пара. Истечение и дросселирование газов и паров. Основные положения. Анализ процессов на основе первого закона термодинамики для потока. Скорость истечения и секундный расход. Критический режим и расчет критической скорости истечения. Процесс истечения водяного пара. Дросселирование газов и паров. Понятие об эффекте Джоуля-Томсона. Область применения процессов дросселирования. Физическая сущность эффекта дросселирования.

### МОДУЛЬ 2 «Положения теории информационной безопасности»:

Идеальные циклы паросиловых установок. Циклы паротурбинных установок (ПТУ). Принцип действия, принципиальная схема и основные элементы паротурбинной установки. Цикл Ренкина, изображение его в  $P-V$ ,  $T-S$  и  $I-S$  диаграммах и его исследование. Термический КПД и удельный расход пара. Влияние параметров пара на термический КПД цикла Ренкина. Пути повышения экономичности ПТУ.

Теплопередача. Основные понятия теплопередачи и виды переноса тепла. Факторы, влияющие на интенсивность передачи тепла. Условия подобия тепловых

процессов. Критерии подобия и их физический смысл. Условия однозначности в теории теплопередачи.

Теплообменное оборудование. Классификация теплообменников по принципу работы и область применения. Схемы движения теплоносителей и их влияние на параметры работы теплообменников. Средний температурный напор и способы расчета. Методика подбора и расчета теплообменников.

Теплофикация. Принцип совместной выработки тепловой и электрической энергии. Идеальные циклы теплофикационных паровых турбин. Расход топлива при раздельной выработке электрической энергии и тепла. Коэффициент теплофикации. Экономия топлива при комбинированной выработке тепловой и электрической энергии.

Системы теплоснабжения. Состав и назначение систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения по виду теплоносителя и по конструктивным особенностям. Краткая характеристика и назначение отдельных элементов систем теплоснабжения. Схемы наружных тепловых сетей.

Отопительно-производственные котельные. Основное и вспомогательное оборудование, принципиальные схемы котельных установок. Водяной, газозоодушный и топливозооловые тракты котельной установки. Водогрейные котлы, классификация, характеристика и маркировка по ГОСТу. Схемы и состав питательных устройств водогрейных котлов. Водный режим котла. Контроль качества подпиточной и сетевой воды

Отопительный график систем теплоснабжения. Теплопоступления от работающего оборудования в промышленных зданиях. Удельная тепловая характеристика здания. Расчет тепловой мощности систем отопления по укрупненным показателям. Годовой расход тепла на отопление. График расхода тепла в течение отопительного периода. Способы регулирования тепловой мощности систем теплоснабжения и построение графика температурного режима для отопительного периода.

Гидравлические режимы тепловых сетей. Пьезометрические графики тепловых сетей и требования к режиму давления в сетях. Переменные гидравлические режимы в открытых и закрытых системах теплоснабжения. Выбор схемы подключения потребителей тепла к тепловым сетям и гидравлическая устойчивость теплосетей.

Тепловой расчет отопительно-производственной котельной. Состав и назначение основного и вспомогательного оборудования котельной установки. Расход тепла на собственные нужды котельной установки. Методика расчета тепловых и материальных потоков энергоносителя на производственные нужды, на нужды отопления и горячего водоснабжения. Подбор оборудования по результатам расчета.

Системы холодоснабжения. Естественные источники холода. Идеальные циклы холодильных машин. Парокомпрессионные, парозежекторные и адсорбционные холодильные машины. Системы централизованного холодоснабжения.

### **5.3. Лабораторные работы**

Учебным планом не предусмотрены.

#### 5.4. Практические занятия.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4А. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических работ	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Труд-ть в часах
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> формирование умений составления схем, PV, TS – диаграмм современных газотурбинных, парогазовых ТЭЦ и атомных электростанций.	Составление схем, PV, TS – диаграмм газотурбинных ТЭЦ.	3
	Составление схем, PV, TS – диаграмм парогазовых ТЭЦ.	3
	Составление схем, PV, TS – диаграмм атомных электростанций.	4
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> формирование умений составления схем водяного и парового отопления, расчета теплообменных аппаратов	Теплообменное оборудование.	10
	Системы теплоснабжения и отопительно-производственные котельные.	5
	Гидравлические режимы тепловых сетей, тепловой расчет отопительно-производственной котельной.	5

#### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4Б. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических работ	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Труд-ть в часах
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> формирование умений составления схем, PV, TS – диаграмм современных газотурбинных, парогазовых ТЭЦ и атомных электростанций.	Составление схем, PV, TS – диаграмм газотурбинных ТЭЦ.	1
	Составление схем, PV, TS – диаграмм парогазовых ТЭЦ.	1
	Составление схем, PV, TS – диаграмм атомных электростанций.	1
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> формирование умений составления схем водяного и парового отопления, расчета теплообменных аппаратов	Теплообменное оборудование.	1
	Системы теплоснабжения и отопительно-производственные котельные.	1
	Гидравлические режимы тепловых сетей, тепловой расчет отопительно-производственной котельной.	1

### 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости.

#### 6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений,



аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

## **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости, экзамену, в выполнении курсовой работы.

После вводных практических занятий, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на курсовую работу.

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовой работы, разработанными на кафедре.

В рамках дисциплины выполняется 6 практических заданий, которые защищаются посредством устного опроса. Выполнение всех заданий обязательно.

В случае невыполнения практического задания по уважительной причине студент должен выполнить пропущенные практические занятия в часы, отведенные на консультирование с преподавателем.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках : учебное пособие для вузов по напр. "Металлургия", "Теплоэнергетика и теплотехника", "Электроэнергетика и электротехника / А.Н. Макаров. - СПб. : Лань, 2014. - 375 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8114-1653-0 : 1100 p. - (ID=103143-40)
2. Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках : учебное пособие для вузов по напр. "Металлургия", "Теплоэнергетика и теплотехника", "Электроэнергетика и электротехника / А.Н. Макаров. - СПб. : Лань, 2014. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-8114-1653-0. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50681](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50681). - (ID=110124-0)
3. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов : учеб. пособие для вузов / Е.А. Конюхова. - Москва : Академия, 2009. - 319 с. - Библиогр. : с. 311. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-6578-5 : 253 p. - (ID=60832-30)

### **7.2. Дополнительная литература по дисциплине**

1. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3 : Производство, передача и распределение электрической энергии / гл. ред. А.И. Попов ; под общ. ред.: В.Г. Герасимова [и др.]. - 8-е изд. ; испр. и доп. - Москва : МЭИ, 2002. - 963 с. - ISBN 5-7046-0750-0 (Т. 3) : 995 p. - (ID=14860-13)

2. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4 : Использование электрической энергии / гл. ред. А.И. Попов. - 8-е изд. ; испр. и доп. - Москва : МЭИ, 2002. - 697 с. : ил. - ISBN 5-7046-0099-9 : 890 р. - (ID=14858-11)

3. Быстрицкий, Г.Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. - Москва : Машиностроение, 2011. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-94275-574-4. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3313](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3313). - (ID=111463-0)

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей / . — Москва : Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. — 332 с. — ISBN 978-5-98908-104-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22732.html> . - (ID=14811-0)

5. Мятёж, Т. В. Энергоснабжение промышленных предприятий. Проектирование тепловых сетей : учебное пособие / Т. В. Мятёж. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 188 с. — ISBN 978-5-7782-2637-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118156>. - (ID=14812-0)

6. Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник для вузов / Т. А. Филиппова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04375-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492031>. - (ID=14815-0)

7. Гаврилов, Л. П. Генерирование и передача электромагнитных колебаний : учебное пособие для вузов / Л. П. Гаврилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13883-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496763>. - (ID=140544-0)

8. Комплексное энергоснабжение обособленных объектов от солнечной энергии : монография. — Ставрополь : СКФУ, 2014. — 96 с. — ISBN 978-5-9296-0678-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155166> . - (ID=14813-0)

9. Чекалина, Т. В. Энергоснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / Т. В. Чекалина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-1562-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45213.html> . - (ID=14814-0)

### 7.3. Методические материалы

1. Макаров, А.Н. Энергоснабжение : учебное пособие : в составе учебно-методического комплекса / А.Н. Макаров; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112015>. - (ID=112015-1)

2. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине "Энергоснабжение" направление подготовки бакалавров 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; разработ. М.К. Галичева. - Тверь : ТвГТУ,

2016. - (УМК-КР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112016>. - (ID=112016-1)

3. Вопросы для подготовки к экзамену по курсу "Энергоснабжение" направление подготовки бакалавров 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; разработ. М.К. Галичева. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-КП). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112017>. - (ID=112017-1)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

1. Office для дома и учебы 2013. Идентификационные номера: X18-15644/X18-40797-01/X18-08791/9999-786-855-525/79G-03740/00:SE813628X:02422

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112014>

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Кафедра «Электроэнергетики и электротехники» имеет аудитории для проведения лекций, практических занятий по дисциплине; специализированные учебные классы, оснащенные современной компьютерной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями для проведения практических работ и самостоятельной работы.

#### **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

## 9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 10. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене

1. Описание изопроцессов в PV-диаграмме: изобара, изотерма, изохора, адиабата.
2. Схема и основные параметры парогазовой установки: температура газов на входе в турбину, котел-утилизатор, параметры пара, мощность газовой и паровой турбин.
3. TS-диаграмма парогазовой установки; TS-диаграмма газотурбинного цикла; TS-диаграмма паротурбинного цикла.
4. Схема и цикл, TS-диаграмма газотурбинной установки с регенеративным подогревом питательной воды.
5. Теплообмен излучением между двумя телами, расчет теплообмена по закону Стефана-Больцмана.
6. Уравнение состояния идеального газа Клапейрона.
7. Уравнение состояния реальных газов Менделеева-Клапейрона.
8. Теплообмен излучением: законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.

9. Процесс парообразования в  $PV$ -диаграмме, расчет энергии для процесса парообразования, параметры пара, степень сухости пара.
10. Схема и  $PV$ -диаграмма двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном давлении, компрессорные дизели.
11. Теплопроводность через однослойную плоскую стенку, расчет теплопроводности по закону Фурье.
12. Устройство мазутной форсунки и газовой горелки.
13. Цикл Карно двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в  $PV$ -диаграмме, формула для расчета термического КПД ДВС.
14. Второй закон термодинамики.
15. Схема и  $PV$ -диаграмма одноконтурной ядерной паротурбинной установки (ПТУ), параметры пара ПТУ.
16. Теплообменники, рекуперативный теплообменник «труба в трубе».
17. Круговой цикл в  $PV$ -диаграмме, принцип работы тепловых двигателей, формула для расчета термического КПД цикла.
18. Круговой цикл холодильных установок, тепловых насосов в  $PV$ -диаграмме, холодильный коэффициент.
19. Схема и  $PV$ -диаграмма двухконтурной ядерной паротурбинной установки, параметры воды первого контура.
20. Схема сжигания твердого топлива в циклонной топке и в кипящем слое.
21. Поршневые двигатели (ПД), перемещение поршня, изменение  $P$  и  $V$  в  $PV$ -диаграмме, схема ПД.
22. Первый закон термодинамики и его математическое описание.
23. Нарисовать и дать описание принципиальных схем раздельной выработки электрической и тепловой энергии.
24. Термодинамические процессы в  $PV$ -диаграмме: изохорный, изотермический, изобарный, адиабатный.
25. Схема и цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме,  $PV$ -диаграмма карбюраторного ДВС.
26. Теплоотдача при внутренней конвекции: ламинарное и турбулентное движение жидкости, коэффициент теплоотдачи при вынужденной конвекции.
27. Принципиальная схема и  $PV$ -диаграмма отопительной ТЭЦ, ее описание.
28. Сжигание кускового твердого топлива в плотном слое и факельное сжигание пылевидного топлива.
29. Схема и  $PV$ -диаграмма ДВС со смешанным подводом теплоты.
30. Закон Фурье для расчета теплопроводности через однослойную плоскую стенку.
31. Принципиальная схема и  $PV$ -диаграмма отопительной ТЭЦ.
32. Схема и  $PV$ -диаграмма поршневого компрессора.
33. Закон излучения планка, зависимость плотности излучения абсолютно черного тела.
34. Принципиальная схема и  $PV$ -диаграмма комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.
35. Тепловой баланс поршневого ДВС, работающего на природном газе.

36. Схема газопоршневого двигателя с котлом-утилизатором, когенерационные установки.
37. Записать и пояснить уравнение состояния идеального газа Клапейрона.
38. Теплоотдача при конденсации, капельная, пленочная конденсация, изменение коэффициента теплоотдачи на высоте стенки.
39. Принципиальная схема и PV-диаграмма комбинированной выработки электрической и тепловой энергии на ТЭЦ, ее описание.
40. Поршневые двигатели: схема, PV-диаграмма, энергия поступающая в двигатель, полезная, потери (записать формулы).
41. Записать и пояснить уравнение состояния реального газа Менделеева-Клапейрона.
42. Принципиальная схема и PV-диаграмма ТЭЦ, ее описание.
43. Первый закон термодинамики, его математическое описание (формулы I закона).
44. Схема и PV-диаграмма паротурбинной установки с промежуточным перегревом пара.
45. Схема и TS-диаграмма паротурбинной установки, работающей по теплофикационному типу.
46. Сжигание кускового твердого топлива на колосниковых решетках и факельное сжигание топлива.
47. Энтропия газа, PV-диаграмма, формула энтропии.
48. Схема и PV-диаграмма паротурбинной установки с промежуточным перегревом пара.
49. Теплопроводность через плоскую стенку, решение задачи теплопроводности на основе закона Фурье.
50. Схема, цикл, PV-диаграмма ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме, термический КПД ДВС.
51. Принципиальная схема и PV-диаграмма бинарной парогазовой установки, ее описание.
52. Конвективный теплообмен: уравнения теплообмена, критерии подобия Рейнольдса, Грасгофа, Нуссельта, Прандтля, Пекле.
53. Расчет энергии процесса парообразования, PV-диаграмма парообразования, степень сухости пара.
54. Теплоотдача при естественной конвекции: нагрев стенки, уравнения для определения коэффициента теплоотдачи.
55. Схема, цикл, PV-диаграмма ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении, КПД ДВС.
56. Схема, TS-диаграмма газотурбинной установки, описание ее работы.
57. Схема, PV-диаграмма, описание работы, параметры газа газотурбинной установки.
58. Схема и PV-диаграмма конденсационных электростанций, параметры пара в цикле.
59. Теплообмен излучением: законы Стафана-Больцмана, Планка, Кирхгофа, Ламберта.
60. Схема, PV-диаграмма ДВС со смешанным подводом теплоты.

61. Принцип действия, TS-диаграмма газотурбинной установки, температура воздуха за компрессором, температуры газов перед и за турбиной.
62. Принципиальная схема котельной установки (КУ), процесс парообразования к КУ в PV-диаграмме.
63. Принципиальные схемы, TS-диаграмма, описание работы АЭС.
64. Теплопроводность через плоскую стенку, основное уравнение теплопроводности.
65. Схема, PV-диаграмма, параметры пара в цикле паротурбинной установки.
66. Принципиальная схема, TS-диаграмма, параметры пара, виды отопления ТЭЦ.
67. Схема, TS-диаграмма, цикл холодильных машин, тепловых насосов.
68. Теплопередача через плоскую стенку, основное уравнение теплоотдачи.
69. Схема, TS-диаграмма, параметры пара в цикле паротурбинной установки с регенеративным подогревом питательной воды.
70. Схема, TS-диаграмма, параметры газа и пара в парогазовой установке.
71. Схемы, PV-диаграммы раздельного производства электрической и тепловой энергии.
72. Конвективный теплообмен между газом и стенкой, основное уравнение конвективного теплообмена.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

## **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы**

1. Шкала оценивания курсовой работы (проекта) – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
2. Тема курсовой работы: «Расчет теплообменника».
3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
---	----------------------	-----------------------

раздела		
1	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Тепловой расчет	Выше базового – 4 Базовый – 2 Ниже базового – 0
3	Гидродинамический расчет	Выше базового – 4 Базовый – 2 Ниже базового – 0
4	Выводы	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Графическая часть проекта	Выше базового – 4 Базовый – 2 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу (проект):

«отлично» – при сумме баллов от 15 до 16;

«хорошо» – при сумме баллов от 14 до 12;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 11 до 9;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 8, а также при любой другой сумме, если по разделу «Графическая часть», работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы, и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации графической части на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

## 10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических, лабораторных, курсовых работ, всех видов самостоятельной работы.



В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

#### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Протоколами заседаний кафедры ежегодно обновляется содержание рабочих программ дисциплин, по утвержденной «Положением о рабочих программах дисциплин» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Тверской государственный технический университет»**

Направление подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и  
электротехника

Направленность (профиль) – Электроснабжение

Кафедра «Электроснабжения и электротехники»

Дисциплина «Энергоснабжение»

Семестр 5

## **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Схема и основные параметры парогазовой установки: температура газов на входе в турбину, котел-утилизатор, параметры пара, мощность газовой и паровой турбин.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Вопросы правового обеспечения защиты информации в базах и хранилищах данных» - отсутствие умения – 0 балл; наличие умения – 2 балла.

**TS-диаграмма парогазовой установки; TS-диаграмма газотурбинного цикла; TS-диаграмма паротурбинного цикла.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – отсутствие умения – 0 балл; наличие умения – 2 балла.

**Описание изопроцессов в PV-диаграмме: изобара, изотерма, изохора, адиабата.**

### **Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: старший преподаватель кафедры ЭСиЭ \_\_\_\_\_ Ю.М. Павлова

Заведующий кафедрой ЭСиЭ: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ А.Н. Макаров