

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

  
\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

«28» 06 2017

Регистрационный № УД-52-24/уч.

## ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОУСТАНОВКИ

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности

1–43 01 03 «Электроснабжение»

2017

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта высшего образования первой ступени

ОСВО 1– 43 01 03 – 2013; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1– 43 01 03 «Электроснабжение» № I 43-1-09/уч. от 11.02.2016, № I 43-1-33/уч. от 11.02.2016, № I 43-1-32/уч. от 11.02.2016.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

Овсянник А.В., заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;  
Нижников А.А., ассистент кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.С. Захаренко, заведующий кафедрой «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 17.05.2017); *УД-УГ-2-0075*

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 9 от 30.05.2017);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 01.06.2017); *УД-091-204*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 27.06.2017).

## Цели и задачи учебной дисциплины

Дисциплина «Термодинамика и теплоустановки» изучает методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых машин, аппаратов и устройств.

Непрерывный рост производства связан с применением прогрессивных норм расхода теплоты и более полной утилизации вторичных топливно-энергетических ресурсов.

Целью преподавания данной дисциплины является подготовка инженеров, владеющих навыками эксплуатации современного теплового оборудования, максимальной экономии топлива и материалов, интенсификации и оптимизации современных энерготехнологических процессов.

Задачи изучения дисциплины:  
освоение технической термодинамики; термодинамических процессов газов и паров; законов теории теплообмена; топливо- и теплоиспользующих машин и установок.

## Связи с другими учебными дисциплинами

Дисциплина «Термодинамика и теплоустановки» базируется на материалах следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники».

Приобретенные навыки могут быть использованы при изучении таких дисциплин как «Экология энергетики» и «Основы энергосбережения», «Теплотехнические процессы и установки».

## Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Термодинамика и теплоустановки» студент должен:

- знать:
- основные понятия и определения технической термодинамики;
  - основные законы технической термодинамики, вопросы взаимопревращения теплоты и работы;
  - термодинамические процессы идеальных газов, реальных газов и паров;
  - особенности термодинамического анализа процессов и циклов в различных тепловых машинах;
  - основные понятия, определения и законы теории теплообмена;
  - топливо- и теплоиспользующие машины и установки;

- принципиальные схемы ТЭЦ и схемы подключения абонентских установок к тепловой сети;
- системы теплоснабжения и эксплуатации тепловых сетей;
- уметь:
  - производить расчет циклов энергетических установок и теплоподготовительного оборудования;
  - эксплуатировать, проектировать и конструировать теплообменные аппараты, системы теплоснабжения, выполнять все необходимые расчеты;
  - осуществлять рациональное использование промышленного оборудования, оценивать его режимы работы.
- владеть:
  - методами анализа основных процессов обработки воздуха в системах вентиляции и кондиционирования;
  - методами расчёта основного и вспомогательного оборудования систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
  - способами измерения и расчёта рабочих характеристик систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
  - способами проектирования и совершенствования схемных решений систем вентиляции и кондиционирования воздуха для зданий различного назначения.

#### Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Данная дисциплина формирует у студента знания и умения работы с энергетическим оборудованием, которые необходимы при работе на должностях энергетика и главного энергетика.

#### Требования к академическим компетенциям студента

- По итогам освоения дисциплины студент должен:
- АК-1. Уметь применять базовые научно-технические знания для решения теоретических и практических задач.
  - АК-4. Уметь работать самостоятельно.
  - АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
  - АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

#### Требования к профессиональным компетенциям специалиста

- По итогам освоения дисциплины специалист должен:
- ПК-2. Проводить научные исследования, уметь ставить эксперименты, проводить измерения и компьютерную обработку экспериментальных данных;

- ПК-3. Выполнять конструкторские и проектные работы с использованием компьютерных технологий, знать требования к выполнению проектно-конструкторских работ и нормативную документацию;
- ПК-4. Изучать и применять на практике инновационные технологии в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.
- ПК-12. В составе коллектива специалистов или самостоятельно осуществлять рационализаторскую и изобретательскую деятельность.
- ПК-13. Вести поиск альтернативных методов решения профессиональных задач с учетом последних достижений науки и техники.
- ПК-17. Анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий.
- ПК-25. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять их.

Количество часов всего и аудиторных часов по формам получения образования

Всего часов по учебной дисциплине – 110. Аудиторных часов по дневной форме получения образования – 68, по заочной форме – 16, по заочной основе среднего специального образования – 12 часов. Трудоемкость учебной дисциплины – 2,5 зачетные единицы.

Форма получения высшего образования – дневная, заочная, заочная на основе среднего специального образования.

#### Распределение аудиторного времени по видам занятий

| Специальность, форма получения образования                                     | Курс | Се-мestр | Количество аудиторного времени, часов |        |        |      |
|--|------|----------|---------------------------------------|--------|--------|------|
|  |      |          | Лекции                                | Практ. | Лабор. | Ауд. |
| 1– 43 01 03 «Электроснабжение» (дневная форма)                                 | 2    | 3        | 34                                    | 17     | 17     | 68   |
| 1– 43 01 03 «Электроснабжение» (заочная форма)                                 | 2, 3 | 4, 5     | 8                                     | 4      | 4      | 16   |
| 1– 43 01 05 «Электроснабжение» (заочная форма на основе среднего специального) | 2    | 3, 4     | 6                                     | 4      | 2      | 12   |

#### Форма текущей аттестации

|  | Зачет |
|--|-------|
| 1– 43 01 03 «Электроснабжение» (дневная форма)                                 | 3     |
| 1– 43 01 03 «Электроснабжение» (заочная форма)                                 | 5     |
| 1– 43 01 03 «Электроснабжение» (заочная форма на основе среднего специального) | 4     |

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Модуль 1. Термодинамика.

#### Тема 1. Техническая термодинамика.

Общие сведения, термодинамический метод. Энергия, формы обмена энергией. Термодинамическая система. Параметры состояния и уравнения состояния термодинамической системы. Уравнения состояния идеального и реального газа. Термодинамические процессы. Внутренняя энергия. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. Теплота и работа как формы обмена энергией. Теплоемкость газов и смесей. ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. Энтропия,  $t$ - $s$ -диаграмма. Круговые процессы, цикл Карно. Анализ основных термодинамических процессов в идеальных газах. Термодинамические процессы в реальных газах и парах.

#### Тема 2. Теплообмен.

Общие сведения. Температурное поле, количественные характеристики температурного поля. Виды элементарного переноса теплоты. Теплопроводность, закон Фурье. Конвективный теплообмен и конвективная теплоотдача, закон Ньютона. Теплопередача, общий вид уравнения теплопередачи. Лучистый теплообмен, закон Стефана-Больцмана, экраны. Теплопроводность плоской и цилиндрической однослойной и многослойной стенки. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую однослойную и многослойную стенку. ТЕОРИЯ ПОДОБИЯ. Константы, числа, уравнения подобия. Критериальные уравнения для теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции. Сложный теплообмен (радиационно-конвективный). Способы регулирования интенсивности теплоотдачи.

### Модуль 2. Теплоустановки.

#### Тема 3. Теплообменные аппараты.

Классификация. Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов, общие сведения. Проектный тепловой, гидравлический, компоновочный и поверочный расчет рекуператоров.

#### Тема 4. Принцип действия и устройство паровых газовых турбин.

Активные одноступенчатые и многоступенчатые турбины, ступени давления и ступени скорости. Реактивные одноступенчатые и многоступенчатые турбины, степень реактивности. Мощность и КПД турбин. Регулируемые и нерегулируемые отборы турбин. Классификация турбин.

#### Тема 5. Системы теплоэнергоснабжения.

Виды теплового потребления. Системы пароснабжения. Схемы сбора конденсата. Системы централизованного теплоснабжения (водяные системы). Схемы присоединения абонентских установок. Отопление. Расход теплоты на отопление. Вентиляция. Расход теплоты на вентиляцию. Горячее водоснабжение. Расход теплоты на горячее водоснабжение. гидравлический расчет тепловых сетей. Регулирование тепловых нагрузок при централизованном теплоснабжении. Графики температур.

#### Тема 6. Паросиловые установки (ПСУ).

Циклы ПСУ Карно и Ренкина. Работа и термический КПД. Циклы ПСУ с применением перегретого пара и с промежуточным перегревом пара. Термический КПД, удельные расходы пара и тепла. Действительные циклы ПСУ. Регенеративные циклы ПСУ.

#### Тема 7. Холодильные машины.

Циклы холодильных машин. Холодильный коэффициент. Конструкция парокомпрессионных холодильных машин.

#### Тема 8. Котельные установки.

Классификация. Общая схема и описание работы парового котла. Схемы циркуляции воды в котельном агрегате. Виды энергетических топлив, их состав и основные характеристики. Высшая и низшая теплоты сгорания, условное топливо, приведенные характеристики топлива. Определение количества воздуха, необходимого для горения топлива. Определение объема продуктов сгорания топлива. Уравнение теплового баланса котельного агрегата. Водный режим парового котла.

#### Тема 9. Тепловые схемы ТЭС и ТЭЦ.

Основное и вспомогательное оборудование. Водоподготовка на ТЭЦ и ТЭС. Схемы тепловых сетей. Оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов, способы прокладки тепловых сетей.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1– 43 01 03 «Электроснабжение»**  
**(Дневная форма получения образования)**

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы   | Количество аудиторных часов |                      |                     |                      |      | Количество часов УСР* | Форма контроля знаний |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|-----------------------|-----------------------|
|                     |  | Лекции                      | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное |                       |                       |
| 1                   | 2  | 3                           | 4                    | 5                   | 6                    | 7    | 8                     | 9                     |
| 1                   | Модуль 1. Термодинамика.                                       | 14                          | 2                    |                     | 9                    |      |                       |                       |
| 1.1                 | Тема 1. Техническая термодинамика                              | 8                           | 2                    |                     | 5                    |      |                       | Зачет                 |
| 1.2                 | Тема 2. Теплообмен   | 6                           |                      |                     | 4                    |      |                       | Зачет                 |
| 2                   | Модуль 2. Теплоустановки.                                      | 20                          |                      |                     | 8                    |      |                       | Зачет                 |
| 2.1                 | Тема 3. Теплообменные аппараты                                 | 4                           | 4                    |                     |                      |      |                       | Зачет                 |
| 2.2                 | Тема 4. Принцип действия и устройство паровых и газовых турбин | 2                           | 4                    |                     |                      |      |                       | Зачет                 |
| 2.3                 | Тема 5. Системы теплоэнергоснабжения                           | 3                           |                      |                     | 4                    |      |                       | Зачет                 |
| 2.4                 | Тема 6. Паросиловые установки (ПСУ)                            | 2                           | 4                    |                     |                      |      |                       | Зачет                 |
| 2.5                 | Тема 7. Холодильные машины                                     | 2                           |                      |                     | 4                    |      |                       | Зачет                 |
| 2.6                 | Тема 8. Котельные установки                                    | 4                           | 3                    |                     |                      |      |                       | Зачет                 |
| 2.7                 | Тема 9. Тепловые схемы ТЭС и ТЭЦ                               | 3                           |                      |                     |                      |      |                       | Зачет                 |
|                     | <b>ВСЕГО</b>   | <b>34</b> ✓                 | <b>17</b> ✓          |                     | <b>17</b> ✓          |      |                       |                       |



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
1– 43 01 03 «Электроснабжение»  
(Заочная форма получения образования)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы   | Количество аудиторных часов |                         |                        |                         |      | Количество часов<br>УСР* | Форма контроля зна-<br>ний |
|---------------------|--|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------|--------------------------|----------------------------|
|                     |  | Лекции                      | Практические<br>занятия | Семинарские<br>занятия | Лабораторные<br>занятия | Иное |                          |                            |
| 1                   | 2  | 3                           | 4                       | 5                      | 6                       | 7    | 8                        | 9                          |
| 1                   | Модуль 1. Термодинамика.                                       | 2                           | 2                       |                        | 93                      |      |                          |                            |
| 1.1                 | Тема 1. Техническая термодинамика                              | 1                           | 1                       |                        | 2                       |      |                          | Зачет                      |
| 1.2                 | Тема 2. Теплообмен   | 1                           | 1                       |                        | 1                       |      |                          | Зачет                      |
| 2                   | Модуль 2. Теплоустановки.                                      | 6                           | 21                      |                        | 1                       |      |                          | Зачет                      |
| 2.1                 | Тема 3. Теплообменные аппараты                                 |                             |                         |                        |                         |      |                          | Зачет                      |
| 2.2                 | Тема 4. Принцип действия и устройство паровых и газовых турбин | 1                           |                         |                        |                         |      |                          | Зачет                      |
| 2.3                 | Тема 5. Системы теплоэнергоснабжения                           | 1                           |                         |                        | 1                       |      |                          | Зачет                      |
| 2.4                 | Тема 6. Паросиловые установки (ПСУ)                            | 1                           | 1                       |                        |                         |      |                          | Зачет                      |
| 2.5                 | Тема 7. Холодильные машины                                     | 1                           |                         |                        |                         |      |                          | Зачет                      |
| 2.6                 | Тема 8. Котельные установки                                    | 1                           |                         |                        |                         |      |                          | Зачет                      |
| 2.7                 | Тема 9. Тепловые схемы ТЭС и ТЭЦ                               | 1                           | 1                       |                        |                         |      |                          | Зачет                      |
|                     | <b>ВСЕГО</b>   | <b>8</b> ✓                  | <b>4</b> ✓              |                        | <b>4</b> ✓              |      |                          |                            |

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1– 43 01 03 «Электроснабжение»**  
 (Заочная форма получения образования на основе среднего специального)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы   | Количество аудиторных часов |                      |                     |                      |      | Количество часов<br>УСР* | Форма контроля знаний |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|--------------------------|-----------------------|
|                     |  | Лекции                      | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное |                          |                       |
| 1                   | 2  | 3                           | 4                    | 5                   | 6                    | 7    | 8                        | 9                     |
| 1                   | Модуль 1. Термодинамика.                                       | 2                           | 2                    |                     | 2                    |      |                          |                       |
| 1.1                 | Тема 1. Техническая термодинамика                              | 1                           | 1                    |                     | 1                    |      |                          | Зачет                 |
| 1.2                 | Тема 2. Теплообмен   | 1                           | 1                    |                     |                      |      |                          | Зачет                 |
| 2                   | Модуль 2. Теплоустановки.                                      | 6                           | 4                    | 2                   | 1                    |      |                          | Зачет                 |
| 2.1                 | Тема 3. Теплообменные аппараты                                 |                             |                      |                     |                      |      |                          | Зачет                 |
| 2.2                 | Тема 4. Принцип действия и устройство паровых и газовых турбин | 1                           |                      |                     |                      |      |                          | Зачет                 |
| 2.3                 | Тема 5. Системы теплоэнергоснабжения                           | 1                           |                      |                     | 1                    |      |                          | Зачет                 |
| 2.4                 | Тема 6. Паросиловые установки (ПСУ)                            |                             | 1                    |                     |                      |      |                          | Зачет                 |
| 2.5                 | Тема 7. Холодильные машины                                     |                             |                      |                     |                      |      |                          | Зачет                 |
| 2.6                 | Тема 8. Котельные установки                                    | 1                           |                      |                     |                      |      |                          | Зачет                 |
| 2.7                 | Тема 9. Тепловые схемы ТЭС и ТЭЦ                               | 1                           | 1                    |                     |                      |      |                          | Зачет                 |
|                     | <b>ВСЕГО</b>   | <b>6</b>                    | <b>4</b>             | <b>2</b>            | <b>2</b>             |      |                          |                       |

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. - 2-е изд. - Москва: Энергоатомиздат, 1991. - 586 с.
2. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов / Е. Я. Соколов. - 7-е изд., стер. - Москва: МЭИ, 2001. - 472 с.
3. Тепловое оборудование и тепловые сети: учебник для вузов / Г. В. Арсеньев [и др.]. - Москва: Энергоатомиздат, 1988. - 400 с.
4. Теплотехника: учебник для студентов инж.-техн. спец. вузов / под ред. А. П. Баскакова. - 2-е изд. - Москва: Энергоатомиздат, 1991. - 224 с.
5. Техническая термодинамика: учебник для машиностр. спец. вузов / В. И. Крутов [и др.]; под ред. В. И. Крутова. - 3-е изд. - Москва: Высшая школа, 1991. - 382 с.

### Дополнительная литература

6. Михеев, М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. - 3-е изд. - Москва: БАСТЕТ, 2010. - 342, [1] с.
7. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для неэнергет. спец. вузов / В. В. Нащокин. - 3-е изд. - Москва: Высшая школа, 1980. - 469 с.
8. Теплотехника: учебник для вузов / А. М. Архаров [и др.]; под ред. В. И. Крутова. - Москва: Машиностроение, 1986. - 426 с.
9. Теплотехника: учебное пособие для нетеплоэнергетич. спец. вузов / под ред. Г. А. Матвеева. - Москва: Высшая школа, 1981. - 480 с.

### Электронные учебно-методические комплексы

1. Шаповалов, А. В. Термодинамика и теплоустановки: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / А. В. Шаповалов, Т. С. Наумова; кафедра "Промышленная теплоэнергетика и экология". - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. - 1 папка + 1 электрон. опт. диск. - Режим доступа: [elib.gstu.by](http://elib.gstu.by)

*Список литературы сверен М. (Тисетова Ч.В.)*

### Примерный перечень тем практических занятий:

1. Теплотехнические измерения. Параметры состояния.
2. Расчет продуктов сгорания заданного вида топлива
3. Расчет процессов тепломассообмена в жидких, твердых и газообразных средах
4. Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов
5. Построение процессов расширения пара в проточной части турбины (на  $h-s$ -диаграмме)
6. Построение циклов тепловых двигателей и компрессоров


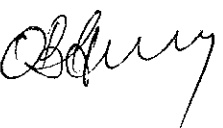
### Примерный перечень лабораторных работ:

1. Методы измерения теплотехнических параметров.
2. Определение зависимости температуры насыщенного пара от давления.
3. Определение производительности, мощности и КПД вентилятора.
4. Изучение конструкции поршневого компрессора. Построение и анализ цикла
5. Определение коэффициента теплопередачи, теплоотдачи или теплопроводности

Для оценки приобретенных студентом знаний используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных контрольных работ;
- защита выполненных лабораторных работ;
- сдача зачета.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры   | Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|--|--|---|
| Экология энергетики   | ЭС<br>  | нет  | Учебную программу утвердить, протокол № 11 от 05.05.2017  |
| Основы энергосбережения                                       |  |  |   |
| Теплотехнические процессы и установки                         | ПТЭ<br> | нет  | Учебную программу утвердить, протокол № 6 от 17.05.2017   |

Библиотека ГГТУ