

Минобрнауки России  
Кумертауский филиал  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.23 Основы трансформации теплоты»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Кумертау 2026

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.23 Основы трансформации теплоты» /сост. С.Г. Шарипова. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2026**

Рабочая программа предназначена обучающимся очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

© Шарипова С.Г., 2026  
© Кумертауский филиал ОГУ, 2026

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

Формирование у студентов знаний и умений в области оценки эффективности использования тепла энергоустановок. Получение знаний по циклическим, квазициклическим и нециклическим процессам в трансформаторах теплоты.

**Задачи:**

- ознакомить с имеющимися типами и видами трансформаторов теплоты;
- изучить методику расчета одноступенчатых трансформаторов теплоты, регенеративный теплообмен в парожидкостных трансформаторах теплоты;
- изучить взаимосвязь параметров при работе компрессионного трансформатора теплоты в нерасчетных условиях и работу абсорбционных установок в нерасчетных условиях;
- изучить работу двухступенчатых абсорбционных трансформаторов теплоты, абсорбционных трансформаторов теплоты периодического действия, абсорбционно-диффузионные холодильные установки;
- научить применять на практике энергетический и эксергетический балансы компрессионных трансформаторов теплоты.
- научить составлять характеристики основных элементов трансформаторов теплоты;
- научить проводить энергетическое сравнение абсорбционных и компрессионных холодильных установок.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.14 Физика, Б1.Д.Б.16 Математика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.24 Надежность систем энергообеспечения предприятий, Б1.Д.Б.25 Источники и системы теплоснабжения предприятий, Б1.Д.В.9 Малоотходные технологии в энергетике, Б1.Д.В.14 Тепломассообменное оборудование предприятий, Б2.П.В.П.2 Проектная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                                         | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | ОПК-4-В-3 Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем<br>ОПК-4-В-4 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений<br>ОПК-4-В-5 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей<br>ОПК-4-В-6 Демонстрирует | <b>Знать:</b><br>- основные законы движения жидкости и газа, теплофизические свойства рабочих тел, применяемых в холодильных и теплонаносных установках<br>трансформации тепла, основные законы термодинамики и термодинамических соотношений;<br>- виды, принципиальные схемы, характерные режимы работы трансформаторов тепла, существующие способы перехода из одного агрегатного состояния рабочего тела в другое;<br>- принципы работы холодильных и теплонасосных установок, определение характеристик оборудования и |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                         | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | <p>понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы</p> <p>ОПК-4-В-7 Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках</p> | <p>параметров рабочих агентов в рассматриваемых системах.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основы термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей, основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем, основы тепломассообмена в теплотехнических установках;</li> <li>- рассчитывать на основе типовых методик и действующей нормативно-правовой базы технические и экономические показатели трансформаторов теплоты, применять современные экономические методы технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов, использующих оборудование трансформаторов тепла;</li> <li>- проводить экспериментальные исследования на лабораторном и действующем оборудовании с целью получения и дальнейшего анализа результатов, определять основные рабочие параметры с использованием современных математических методов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией теоретического и экспериментального исследования, методами математического анализа и моделирования систем трансформации тепла, конструкции отдельных механизмов;</li> <li>- способностью к проведению экспериментов по заданной методике, правилами выполнения замеров, обработки и анализа полученных результатов;</li> <li>- навыками проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок оборудования для процессов трансформации тепла и их элементов по стандартным методикам.</li> </ul> |

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### .1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

| Вид работы                                                                                                | Трудоемкость, академических часов |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
|                                                                                                           | 5 семестр                         | всего        |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                 | <b>144</b>                        | <b>144</b>   |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                 | <b>52,25</b>                      | <b>52,25</b> |
| Лекции (Л)                                                                                                | 18                                | 18           |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                 | 34                                | 34           |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                 | 0,25                              | 0,25         |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                                                                            | <b>91,75</b>                      | <b>91,75</b> |
| - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); | 46,75                             | 46,75        |
| - подготовка к практическим занятиям;                                                                     | 17                                | 17           |
| - подготовка к рубежному контролю.                                                                        | 12                                | 12           |
| - подготовка к зачету.                                                                                    | 16                                | 16           |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>                                  | <b>зачет</b>                      | <b>зачет</b> |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| № раздела | Наименование разделов                                                                                                                                                             | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                                                                                                                                                                   | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                                                                                                                                                                   |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Введение. Назначение трансформаторов теплоты. Термодинамические основы процессов трансформации теплоты.                                                                           | 16               | 2                 | 4  | -  | 10             |
| 2         | Парожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты (холодильные и теплонасосные установки). Работа парожидкостных компрессорных трансформаторов теплоты в нерасчетных условиях. | 18               | 2                 | 6  | -  | 10             |
| 3         | Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов теплоты.                                                                                      | 14               | 2                 | 2  | -  | 10             |
| 4         | Абсорбционные трансформаторы теплоты.                                                                                                                                             | 14               | 2                 | 2  | -  | 10             |
| 5         | Струйные трансформаторы теплоты.                                                                                                                                                  | 14               | 2                 | 2  | -  | 10             |
| 6         | Газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты. Криогенные установки                                                                                                        | 18               | 2                 | 6  | -  | 10             |
| 7         | Ожижение и замораживание газов, низкотемпературное разделение газовых смесей                                                                                                      | 18               | 2                 | 6  | -  | 10             |
| 8         | Газовые (воздушные) компрессионные трансформаторы теплоты                                                                                                                         | 14               | 2                 | 2  | -  | 10             |
| 9         | Трансформаторы теплоты, основанные на использовании электрических и магнитных полей.                                                                                              | 14               | 2                 | 4  | -  | 12             |
|           | Итого:                                                                                                                                                                            | 144              | 18                | 34 |    | 92             |
|           | Всего:                                                                                                                                                                            | 144              | 18                | 34 |    | 92             |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1.** Введение. Назначение трансформаторов теплоты. Цели, задачи и структура учебной дисциплины. Классификация трансформаторов теплоты. Область использования трансформаторов теплоты. Термодинамические основы процессов трансформации теплоты. Циклические, квазициклические и нециклические процессы в трансформаторах теплоты. Каскадные и регенеративные трансформаторы теплоты. Эксергетический метод анализа систем трансформации

теплоты. Определение значения эксергии. Основные термодинамические зависимости. Характерные энергетические зоны в низкотемпературной области. Характер изменения удельных эксергетических затрат. Общая характеристика хладагентов и криоагентов. Хладоносители.

**Раздел 2.** Парожидкостные компрессионных трансформаторы теплоты (холодильные и теплонасосные установки). Удельные энергозатраты и КПД компрессионных трансформаторов теплоты. Энергетический и эксергетический балансы компрессионных трансформаторов теплоты. Методика расчета одноступенчатых трансформаторов теплоты. Регенеративный теплообмен в парожидкостных трансформаторах теплоты. Многоступенчатые компрессионные трансформаторы теплоты. Применение двухступенчатых тепловых установок в системе теплоснабжения. Каскадные рефрижераторные установки. Работа парожидкостных компрессорных трансформаторов теплоты в нерасчетных условиях. Основные методы регулирования компрессионных трансформаторов теплоты. Условия установившегося режима. Характеристики основных элементов трансформаторов теплоты. Взаимосвязь параметров при работе компрессионного трансформатора теплоты в нерасчетных условиях.

**Раздел 3.** Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов теплоты. Назначение и классификация расширительных и нагнетательных машин. Термодинамические основы сжатия и расширения. Компрессоры объемного действия. Компрессоры кинетического действия. Поршневые детандеры. Турбодетандеры. Насосы.

**Раздел 4.** Абсорбционные трансформаторы теплоты. Принцип действия идеальных абсорбционных установок и удельный расход тепла в них. Система и процесс работы реальных абсорбционных трансформаторов теплоты. Методика расчета одноступенчатых абсорбционных трансформаторов теплоты. Зависимость удельного расхода энергии в абсорбционных установках от параметров генерации, испарения и охлаждения. Работа абсорбционных установок в нерасчетных условиях. Двухступенчатые абсорбционные трансформаторы теплоты. Абсорбционные трансформаторы теплоты периодического действия. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки. Энергетическое сравнение абсорбционных и компрессионных холодильных установок.

**Раздел 5.** Струйные трансформаторы теплоты. Типы струйных трансформаторов теплоты. Газодинамические функции. Принципиальная схема и КПД струйного компрессора. Определение коэффициента инжекции и давления сжатия струйного компрессора. Зависимость достижимых параметров от температуры и критических скоростей взаимодействующих потоков. Расчет геометрических размеров струйных компрессоров. Характеристики струйного компрессора. Предельные режимы работы струйных компрессоров. Определение коэффициента инжекции, давления сжатия и основные размеры струйного эжектора. Принципиальная схема и КПД парозежекторных холодильных установок. Работа парозежекторных холодильных установок в нерасчетных условиях. Принципиальная схема работы вихревой трубы и процесс ее работы. Характеристика вихревой трубы. Оптимальные режимы работы вихревой трубы.

**Раздел 6.** Газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты. Криогенные установки. Особенности газожидкостных трансформаторов теплоты. Криорефрижераторы с дроссельной СОО. Криорефрижераторы с дроссельно-эжекторной СОО. Криорефрижераторы с дроссельной СОО и СПО с внешним отводом тепла. Криорефрижераторы с детандорной СОО. Криорефрижераторы растворения. Низкотемпературная тепловая изоляция.

**Раздел 7.** Ожижение и замораживание газов, низкотемпературное разделение газовых смесей. Особенности системы ожижения, замораживания и низкотемпературного ожижения. Идеальные процессы ожижения и замораживания газов. Технические процессы ожижения и замораживания газов. Свойства газовых смесей и характеристика

методов их разделения. Идеальные процессы разделения газовых смесей. Технические процессы низкотемпературного разделения газовых смесей.

**Раздел 8.** Газовые (воздушные) компрессионные трансформаторы теплоты. Особенности процессов в газовых трансформаторах теплоты. Идеальные газовые циклы со стационарными процессами. Реальные газовые циклы и квазициклы со стационарными процессами. Газовые циклы и установки с нестационарными процессами.

**Раздел 9.** Трансформаторы теплоты, основанные на использовании электрических и магнитных полей. Особенности и классификация электрических и магнитных трансформаторов теплоты. Физические основы работы термоэлектрических и термомагнитных трансформаторов теплоты. Термоэлектрические и термомагнитоэлектрические трансформаторы теплоты. Термодинамические основы получения низких температур магнитокалорическим и

электрокалорическим методами. Магнитокалорические и электрокалорические трансформаторы теплоты.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема                                                                                           | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Определение значения эксергии для различных видов энергии                                      | 2            |
| 2         | 1         | Изучение диаграммы эксергия-энтальпия                                                          | 2            |
| 3         | 2         | Опыт применения парокompрессионных ТНУ на на предприятиях ЦБП                                  | 2            |
| 4         | 2         | Применение ТНУ для утилизации теплоты паровоздушной смеси                                      | 2            |
| 5         | 2         | Парожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты (холодильные и теплонасосные установки)   | 2            |
| 6         | 3         | Изучение характерных энергетических зон в низкотемпературной области                           | 2            |
| 7         | 4         | Абсорбционные трансформаторы теплоты                                                           | 2            |
| 8         | 5         | Струйные трансформаторы теплоты                                                                | 2            |
| 9         | 6         | Газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты                                           | 2            |
| 10        | 6         | Изучение схемы криорефрижераторов с дроссельной ступенью окончательного охлаждения             | 2            |
| 11        | 6         | Изучение схемы криорефрижераторов с детандерной ступенью окончательного охлаждения             | 2            |
| 12        | 7         | Изучение схемы ожижителя Линде с внешним отводом теплоты в ступени предварительного охлаждения | 2            |
| 13        | 7         | Изучение схемы ожижителя Клода с внутренним охлаждением в ступени предварительного охлаждения  | 2            |
| 14        | 7         | Изучение схемы ожижителя Капицы                                                                | 2            |
| 15        | 8         | Газовые (воздушные) компрессионные трансформаторы теплоты                                      | 2            |
| 16        | 9         | Трансформаторы теплоты, основанные на использование электрических и магнитных полей            | 4            |
|           |           | Итого:                                                                                         | 34           |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Смирнова, М. В. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие для вузов / М. В. Смирнова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13322-6. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/518705>.

2. Островская, А. В. Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика : учебное пособие / А. В. Островская, В. Н. Королев ; науч. ред. Б. Г. Сапожников ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. — 242 с. : схем., табл. — ISBN 978-5-7996-3089-8. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699090>.

3. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие / П. А. Батраков, В. С. Виниченко, Н. А. Озеров, В. В. Лупенцов ; Омский государственный технический университет. — Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. — 180 с. : ил., схем., граф. — ISBN 978-5-8149-3165-8. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682942>.

## 5.2 Дополнительная литература

1. Теплотехника. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Л. Ерофеев [и др.] ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6992-4. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/511746>.

2. Яновский, А. А. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие / А. А. Яновский ; Ставропольский государственный аграрный университет. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2017. — 104 с.: ил. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484962>.

3. Овчинников, Ю. В. Основы теплотехники : учебник / Ю. В. Овчинников, С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 554 с. : ил., табл. — (Учебники НГТУ). — ISBN 978-5-7782-3453-6. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575262>.

## 5.3 Периодические издания

1. Известия РАН. Энергетика: журнал. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2025.

2. Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология": журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2025.

3. Теплоэнергетика: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2025.

4. Энергосбережение: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2025.

## 5.4 Интернет-ресурсы

- <http://www.edu.ru> — Федеральный портал «Российское образование»;
- <https://minobrnauki.gov.ru> — Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;
- <http://window.edu.ru> — Портал информационно-коммуникационных технологий в образовании;
- <http://rucont.ru> - Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС ОГУ;
- <http://www.biblioclub.ru> - Университетская библиотека онлайн;
- <http://znanium.com> - ЭБС Znanium издательства «Инфра-М».
- <http://www.nelbook.ru/> - Электронно-библиотечная система для энергетиков "НЭЛБУК"
- <http://www.swrit.ru/gost-eskd.html> Стандарты ЕСКД
- <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, МООК: «Энергосбережение в производстве и быту»;
- <https://aist.osu.ru> - Система АИССТ - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- операционная система РЕД ОС
- пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
- САПР Компас-3D
- 7zip — архиватор: P7Zip
- веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
- программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
- простой редактор файлов PDF: PDFedit
- <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
- <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях.

Для проведения лабораторных работ используются универсальные лабораторные стенды. Базовые эксперименты выполняются на комплектах типового лабораторного оборудования.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала и ОГУ..

### ***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

**ЛИСТ**  
**согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
код и наименование

Профиль: Энергообеспечение предприятий

Дисциплина: Б1.Д.Б.23 Основы трансформации теплоты

Форма обучения: Очная

Год набора 2026

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры  
протокол № 10 от " 03 " июня 2026 г.

Ответственный исполнитель, и.о. зав. кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

  
подпись

С.Г. Шарипова  
расшифровка подписи

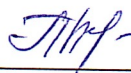
Исполнители:  
доцент каф. ЭПП  
должность

  
подпись

С.Г. Шарипова  
расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 7 от «17» июня 2026 г.

Председатель НМС

  
подпись

Л.Ю. Полякова  
расшифровка подписи

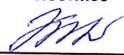
СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. кафедрой ЭПП \_\_\_\_\_

  
подпись

С.Г. Шарипова  
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой \_\_\_\_\_

  
подпись

С.Н. Козак  
расшифровка подписи