

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Кумертауский филиал  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»  
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий



УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УМиНР  
Полякова Л.Ю.  
(подпись, расшифровка подписи)  
18" апреля 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.21 Теоретические основы теплотехники»*

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 2024

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.21 Теоретические основы теплотехники» /сост. В.И. Андросов - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024**

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



## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

Цель дисциплины состоит в освоении студентами знаниями фундаментальных законов, являющихся основой функционирования тепловых машин и аппаратов, представлениями о рабочих процессах, протекающих в тепловых машинах и их эффективности, о свойствах рабочих тел и теплоносителей; основных законов теплообмена при решении задач в области теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха.

### Задачи:

Задачей изучения дисциплины является формирование у учащихся необходимых компетенций в области экспериментального и расчетно-теоретического исследования процессов тепло- и массообмена в различных аппаратах и устройствах.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)» Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.12 Физика, Б1.Д.Б.14 Математика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Источники и системы теплоснабжения предприятий, Б1.Д.В.3 Технологические энергосистемы предприятий, Б1.Д.В.4 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, Б1.Д.В.7 Малоотходные технологии в энергетике, Б1.Д.В.9 Диагностика энергетического оборудования, Б1.Д.В.10 Физико-химические основы водоподготовки, Б1.Д.В.11 Тепловые двигатели и нагнетатели, Б1.Д.В.12 Тепломассообменное оборудование предприятий, Б1.Д.В.14 Котельные установки и парогенераторы, Б1.Д.В.16 Автоматизированные системы учета энергоносителей, Б1.Д.В.18 Прикладные задачи программирования, Б2.П.В.У.1 Профилирующая практика, 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-4 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений ОПК-4-В-5 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей ОПК-4-В-6 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы ОПК-4-В-7 Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках	<b>Знать:</b> основные законы гидрогазодинамики и тепломассообмена <b>Уметь:</b> исходя из соответствующих законов применять газы и жидкости в термодинамических и тепловых установках <b>Владеть:</b> навыками обслуживания теплотехнических установок и систем

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц (396 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>216</b>	<b>396</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>68,5</b>	<b>67,25</b>	<b>135,75</b>
Лекции (Л)	34	34	68
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1		1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,25	0,75
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение курсовой работы (КР); - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>111,5</b>	<b>148,75</b> +	<b>260,25</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1,2	Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар.	27	5	3	3	16
3,4	Термодинамические свойства реальных газов. PV-диаграмма. Таблицы термодинамических свойств веществ	22	4	3	1	14
5,6	Истечения из сопел. Дросселирование. Циклы паротурбинных установок.	21	4	2	1	14
7,8	Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки. Газовые циклы. Схемы, циклы и термический КПД двигателей и холодильных установок.	23	4	4	1	14
9,10	Эксергетический анализ циклов. Основы термодинамики необратимых процессов.	22	3		3	16
11,12	Состав и основные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива, характеристики условного топлива.	19	4		1	14

13,14, 15	Теплота «сгорания» воздуха. Энтальпия продуктов сгорания. Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для газообразного топлива и газообразных отходов производства	20	4		2	14
16,17	Паровой котел и его основные элементы. Конструкции паровых и водогрейных котлов, отечественного и зарубежного производства. Тепловой баланс парового котла; коэффициент полезного действия.	15	4		1	10
18, 19	Особенности эксплуатации котельных установок. Охрана окружающей среды от вредных выбросов котельного агрегата. Паровые и газовые турбины. Турборасширительные машины. Коэффициент полезного действия и тепловая схема паротурбинной конденсационной ТЭС	11	2	4	3	2
	Итого:	180	34	16	16	114

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
20	Теплопроводность	54	8	4	4	34
21	Конвективный теплообмен	54	9	4	4	32
22	Теплообмен излучением	54	9	4	4	50
23	Массоотдача	54	8	4	4	34
	Итого:	216	34	16	16	150
	Всего:	396	66	32	32	266

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

##### № 1 Первый закон термодинамики.

Эквивалентные формулировки первого начала термодинамики. Внутренняя энергия. Элементарное количество теплоты.

##### № 2 Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар.

Энтропия. Цикл Карно. Изотермическое расширение. Адиабатическое расширение. Изотермическое сжатие замыкающее цикл. Закон Бойля — Мариотта. Закон Гей-Люссака.

##### № 3 Термодинамические свойства реальных газов.

Модель идеального газа. Термодинамические свойства реальных газов. Конденсация. Критические явления. Внутренняя энергия реального газа. Уравнение и изотермы Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы первого и второго рода. Закон соответственных состояний.

##### № 4 PV-диаграмма. Таблицы термодинамических свойств веществ

Паровой цикл, заданный в  $p-v$  – диаграмме. Рабочая диаграмма. Тепловая диаграмма. Изохорный процесс, Изобарный процесс. Изотермический процесс.

##### № 5 Истечения из сопел. Дросселирование.

Уравнению Бернулли. Сопло Лавала. Оценка влияния трения. Местное сопротивление. Адиабатное дросселирование. Дросселирование водяного пара.

##### № 6 Циклы паротурбинных установок.

Термодинамический цикл Ренкина. Паровая турбина. Питательный насос. Энергетический котел. Располагаемый теплоперепад турбины.

##### № 7 Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки.

Выбор котла и турбины. Описание тепловой схемы паротурбинной установки. Методика и этапы определения параметров основных точек термодинамического цикла. Тепловой баланс паротурбинной установки, принципы расчета главных показателей и коэффициентов.

№ 8 Газовые циклы. Схемы, циклы и термический КПД двигателей и холодильных установок.

Термодинамические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Прямые газовые изохорные и изобарные циклы неполного расширения

#### **№ 9 Эксергетический анализ циклов.**

Баланс эксергии и эксергетический КПД ГТУ. Удельная эксергия. Регенерация теплоты в цикле паротурбинной установки. Теплофикационные циклы.

#### **№ 10 Основы термодинамики необратимых процессов.**

Изолированные системы Экстенсивные параметры Интенсивные параметры Равновесный процесс Равновесное состояние системы

#### **№ 11 Состав и основные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива.**

Элементарный состав твердого и жидкого топлива. Влажность топлива. Зола топлива. Твердый остаток.

#### **№ 12 Теплота сгорания топлива, характеристики условного топлива.**

Высшая теплота сгорания. Низшая теплота сгорания. Понятием условного топлива.

#### **№ 13 Теплота «сгорания» воздуха. Энтальпия продуктов сгорания.**

Удельная энтальпия. Энтальпия продуктов сгорания.

**№ 14 Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для газообразного топлива и газообразных отходов производства.**

Классификация топок и топочных устройств. Основные преимущества камерных топок.

Важнейшая теплотехническая характеристика топочных устройств

**№ 15 Паровой котел и его основные элементы. Конструкции паровых и водогрейных котлов, отечественного и зарубежного производства**

Характеристика котельной установки. Устройство современного парового котла. Вспомогательные устройства и механизмы пароперегревателей. Понятие - насыщенный пар.

#### **№ 16 Тепловой баланс парового котла; коэффициент полезного действия.**

Уравнения теплового баланса. закон сохранения энергии. Коэффициент удержания тепла в котле.

**№ 17 Особенности эксплуатации котельных установок. Охрана окружающей среды от вредных выбросов котельного агрегата.** Загрязнение атмосферы вредными выбросами. Загрязнение водоемов. Способ очистки сточных вод.

**№ 18 Паровые и газовые турбины. Турборасширительные машины. Коэффициент полезного действия и тепловая схема паротурбинной конденсационной ТЭС.**

Основные типы паровых турбин и их параметры Конструкция паровой турбины.. Основные элементы энергетических газотурбинных установок и их назначение.

#### **№ 19 Теплоснабжение.**

Состав системы теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения. Виды потребителей тепла. Проблемы в теплоснабжении.

#### **№ 20 Вентиляция; кондиционирование.**

Типы систем кондиционирования. Модели кондиционера. Системы вентиляции.

#### **№ 21 Энергосберегающие технологии. Утилизация**

#### **№ 22 Теплопроводность**

Основные положения стационарной теплопроводности. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность цилиндрической стенки. Интенсификация теплопередачи. Нестационарная теплопроводность.

#### **№ 23 Конвективный теплообмен**

Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена. Свободная конвекция около горизонтальных поверхностей. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании труб и пучков труб. Определение коэффициентов теплоотдачи при вынужденном течении жидкости в трубах.

#### **№ 24 Теплообмен излучением**

Основные положения теплообмена излучением. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между твердыми телами. Излучение газов и паров.

#### **№ 25 Массоотдача**

Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Основные положения тепло- и массообмена. Тепло- и массоотдача в двухкомпонентных средах. Тройная аналогия. Тепло- и массоотдача при испарении жидкости в парогазовую среду. Испарение воды в воздух

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Приборы для измерения давления	1
2	1	Способы измерения температур в теплотехнике (бесконтактные методы).	1
3	2	Определение отношения удельных теплоемкостей газа методом адиабатического расширения.	1
4	3,4,5,6	Исследование характеристик ТЭНа.	2
5	7,8	Исследование работы холодильных установок.	1
6	9	Определение коэффициента теплопроводности металлов.	2
7	10	Исследование индикаторной диаграммы поршневого компрессора.	1
8	11,12	Исследование индикаторной диаграммы карбюраторного двигателя внутреннего сгорания	1
9	13,14,15	Измерение температуры бесконтактными методами.	2
10	16,17	Определение параметров влажного воздуха.	1
11	18	Изучение свойств h,d -диаграммы	1
12	19	Определение постоянной Стефана-Больцмана при помощи оптического пирометра.	1
13	19	Качественная проверка закона Кирхгофа и закона смещения Вина.	1
14	20	Определение коэффициента теплопроводности методом плиты	2
15	21	Определение коэффициента теплопроводности методом цилиндра	2
16	22	Исследование процесса теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в трубе	3
17	24	Исследование теплоотдачи при свободной конвекции	2
18	23	Определение коэффициента лучеиспускания и степени черноты серого тела	2
19	23	Определение естественно-конвективной теплоотдачи от неоребреной и ребреной трубы круглого сечения	3
20	24	Определение коэффициента диффузии водяного пара в воздухе	2
		Итого:	32

### 4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Термодинамические параметры состояния системы.	1
2	2	Уравнение состояния идеального газа.	2
3	3	Второй закон термодинамики.	2
4	4	Реальные газы	1
5	5	Свойства воды и водяного пара. Процессы изменения его состояния	1
6	6	Дросселирование газа и пара	1
7	7	Циклы работы газотурбинных установок	2
8	8	Циклы работы холодильных машин	2
9	18	Расчет КПД и мощности турбины	2
10	19	Проектирование системы теплоснабжения	2
11	20	Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме	2
12	20	Теплопроводность при нестационарном режиме	2
13	21	Теплоотдача при свободной конвекции	4
14	22	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости	4
15	23	Теплообмен излучением	4
		Итого:	32

#### 4.5 Курсовая работа (5 семестр)

1. Исследование термодинамического цикла
2. Расчет теплового и энергетического баланса паротурбинной установки
3. Расчет термического КПД двигателей и холодильных установок .
4. Определение абсолютных параметров энергетической установки.
5. Расчет абсолютных мощностей агрегатов установки.
6. Тепловой расчет теплообменного оборудования

### 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, 2023. — 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

- Теплоэнергетика: журнал. - М.: Агенство "Роспечать";
- Известия РАН. Энергетика: журнал. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН;
- Энергетика и промышленность России: газета. - М.: Агенство "Роспечать";
- Энергетик: журнал. - М.: АРЗИ.
- Водоснабжение и санитарная техника: журнал. - М.: Стройиздат

#### 5.4 Интернет-ресурсы

<https://universarium.org/course/869> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Энергосбережение в производстве и в быту»;

<https://www.edx.org/course/thermodynamics-iitbombaуx-me209-1x-1> - «EdX», MOOK: «Thermodynamics »;

<https://openedu.ru/course/urfu/TEPL/> - «Открытое образование», Курсы, MOOK: «Теплотехника»



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

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
3. САПР Компас-3D
4. 7zip — архиватор: P7Zip
5. Веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
6. Программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
7. Простой редактор файлов PDF: PDFedit
8. - <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
9. <http://newgdz.com/spravochnik> Справочник по высшей математике
10. <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.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

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.21 Теоретические основы теплотехники

Форма обучения: Очная

Год набора 2024

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

протокол №8 от "05" апреля 2024г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

  
подпись

Е.С. Золотарев  
расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЭПП  
должность

  
подпись

В.И. Андросов  
расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол №5 от "18" апреля 2024г.

Председатель НМС

  
подпись

Л.Ю. Полякова  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о.зав. кафедрой ЭПП

  
подпись

Е.С. Золотарев  
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой

  
подпись

С.Н. Козак  
расшифровка подписи