

Минобрнауки России

Кумертауский филиал
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УМиР

Полякова Л.Ю.

(подпись, расшифровка подписи)

2025 г



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 2025

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.21 Теоретические основы теплотехники» /сост.
А.А. Ларькина. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2025**

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:

- приобретение теоретических знаний и практических навыков для расчета и проектирования промышленных теплоэнергетических систем и теплообменных аппаратов, а также оценки их эффективности; изучение сути физических процессов, протекающих в теплоэнергетических системах, освоение методов теплотехнических расчетов и математического моделирования.

Задачи:

- изучить закономерности методов получения тепловой энергии, ее передачи и использования в тепловых двигателях и теплоэнергетических установок теплотехнического и тепломассобменного оборудования предприятий, теплообменных аппаратах и теплоиспользующем оборудовании;
- ознакомиться с методами интенсификации этих процессов; экономия топливно-энергетических ресурсов; рациональное использование вторичных энергоресурсов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Физика, Б1.Д.Б.15 Математика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.24 Источники и системы теплоснабжения предприятий, Б1.Д.Б.5 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, Б1.Д.Б.6 Технологические энергосистемы предприятий, Б1.Д.Б.9 Малоотходные технологии в энергетике, Б1.Д.Б.11 Диагностика энергетического оборудования, Б1.Д.Б.12 Физико-химические основы водоподготовки, Б1.Д.Б.13 Тепловые двигатели и нагнетатели, Б1.Д.Б.14 Тепломассообменное оборудование предприятий, Б1.Д.Б.15 Котельные установки и парогенераторы, Б1.Д.Б.16 Автоматизированные системы учета энергоносителей, Б1.Д.Б.18 Прикладные задачи программирования, 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 тепломассообмена в теплотехнических установках	Знать: основных законов термодинамики и термодинамических соотношений Уметь: применять знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей Владеть: основами термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	216	180	396
Контактная работа:	67,25	68,5	135,75
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)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа:	148,75	111,5	260,25
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;	50,00	40,00	90,00
- подготовка к лабораторным занятиям;	20,00	20,00	40,00
- подготовка к практическим занятиям;	20,00	20,00	40,00
- подготовка к рубежному контролю и т.п.)	20,00	20,00	40,00
- подготовка к экзамену	38,75	11,50	50,25
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	Экзамен	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа		внеауд. работа	
			Л	ПЗ		
1,2	Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар	24	2	2		15
3,4	Термодинамические свойства реальных газов. РВ диаграмма. Таблицы термодинамических свойств веществ	24	4	2	2	15
5,6	Истечения из сопел. Дросселирование. Циклы паротурбинных установок	24	4	2	2	15
7,8	Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки. Газовые циклы. Схемы, циклы и термический КПД двигателей и холодильных установок	24	4	2	2	15
9,10	Эксергетический анализ циклов. Основы термодинамики необратимых процессов.	24	2	2	2	15
11,12	Состав и основные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива, характеристики условного топлива	24	4	2	2	15
13,14	Теплота «сгорания» воздуха. Энталпия продуктов сгорания. Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для газообразного топлива и газообразных отходов производства	24	4	2	2	15
15,16	Паровой котел и его основные элементы. Конструкции паровых и водогрейных котлов, отечественного и зарубежного производства. Тепловой баланс парового котла; коэффициент	24	4	1	2	15

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	полезного действия					
17,18,19	Особенности эксплуатации котельных установок. Охрана окружающей среды от вредных выбросов котельного агрегата. Паровые и газовые турбины. Турборасширительные машины. Коэффициент по лезного действия и тепловая схема паротурбинной конденсационной ТЭС	24	6	1	2	30
	Итого:	216	34	16	16	150

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Теплопроводность	45	8	4	4	28
	Конвективный теплообмен	45	9	4	4	28
	Теплообмен излучением	45	9	4	4	28
	Массоотдача	45	8	4	4	30
	Итого:	180	34	16	16	114
	Всего:	396	68	32	32	264

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 рv — диаграмме. Рабочая диаграмма. Тепловая диаграмма. Изохорный процесс, Изобарный процесс. Изотермический процесс.

№ 5 Истечения из сопел. Дросселирование. Уравнению Бернулли. Сопло Лаваля. Оценка влияния трения. Местное сопротивление. Адиабатное дросселирование. Дросселирование водяного пара.

№ 6 Циклы паротурбинных установок. Термодинамический цикл Ренкина. Паровая турбина. Питательный насос. Энергетический коэффициент. 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. Понятие условного топлива.

№ 13 Теплота «сгорания» воздуха. Энталпия продуктов сгорания. Удельная энталпия. Энталпия 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 по лезного 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	3,4	Термодинамические свойства реальных газов. РВ-диаграмма. Таблицы термодинамических свойств веществ	2
2	5,6	Истечения из сопел. Дросселирование. Циклы паротурбинных установок.	2
3	7,8	Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки. Газовые циклы. Схемы, циклы и термический КПД двигателей и	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		холодильных установок	
4	9,10	Эксергетический анализ циклов. Основы термодинамики необратимых процессов	2
5	11,12	Состав и основные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива, характеристики условного топлива	2
6	13,14	Теплота «сгорания» воздуха. Энталпия продуктов сгорания. Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для газообразного топлива и газообразных отходов производства	2
7	15,16	Паровой котел и его основные элементы. Конструкции паровых и водогрейных котлов, отечественного и зарубежного производства. Тепловой баланс парового котла; коэффициент полезного действия	2
8	17,18,19	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	2
16	22	Измерение лучистого потока нагретого тела методом сравнения с эталоном	4
17	24	Исследование теплоотдачи вертикального цилиндра при естественной конвекции	4
18	23	Исследование теплоотдачи при вынужденной конвекции	4
19	23	Исследование зависимости температуры кипения воды от давления	4
		Итого:	32

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1,2	Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар	2
2	3,4	Термодинамические свойства реальных газов. PV-диаграмма. Таблицы термодинамических свойств веществ	2
3	5,6	Истечения из сопел. Дросселирование. Циклы паротурбинных установок	2
4	7,8	Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки. Газовые циклы. Схемы, циклы и термический КПД двигателей и холодильных установок	2
5	9,10	Эксергетический анализ циклов. Основы термодинамики необратимых процессов	2
6	11,12	Состав и основные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива, характеристики условного топлива	2
7	13,14	Теплота «сгорания» воздуха. Энталпия продуктов сгорания. Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для газообразного топлива и газообразных отходов производства	2
8	15,16	Паровой котел и его основные элементы. Конструкции паровых и водогрейных котлов, отечественного и зарубежного производства. Тепловой баланс парового котла; коэффициент полезного действия	1
9	17,18,19	Особенности эксплуатации котельных установок. Охрана	1

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		окружающей среды от вредных выбросов котельного агрегата. Паровые и газовые турбины. Турборасширительные машины. Коэффициент полезного действия и тепловая схема паротурбинной конденсации онной ТЭС	
10	20	Теплопроводность	4
11	21	Конвективный теплообмен	4
12	22	Теплообмен излучением	4
13	23	Массоотдача	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 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кудинов В. А. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учебник для бакалавров, обучающихся по техническим направлениям и специальностям / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк.- 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 567 с. : ил. - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 562-566. - ISBN 978-5-9916-2066-6.

2. Яновский А.А. Теоретические основы теплотехники / А.А. Яновский ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 104 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484962> ..

3. Видин Ю.В. Теоретические основы теплотехники: тепломассообмен / Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : СФУ, 2015. – 370 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752> .

5.2 Дополнительная литература

1. Стоянов Н.И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь : СКФУ, 2014. – 225 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750>

2. Коновалов В. И. Техническая термодинамика [Текст] : учеб. для вузов / В. И. Коновалов.- 2-е изд. - Иваново : [Б. и.], 2005. - 620 с. - Библиогр.: с. 611. - ISBN 5-89482-360-9

3. Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике [Текст] : учеб. пособие для техникумов / О. М. Рабинович.- 5-е изд., перераб. - М. : Машиностроение, 1973. - 344 с. : ил

5.3 Периодические издания

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

5.4 Интернет-ресурсы

<https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: математического проектирования аддитивных технологий»; «Системы авто

<https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», МООК: «Programming for Everybody (Getting Started with Python);

<https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, МООК: «Общие вопросы философии науки»;

<https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», МООК: «Дискретная математика» и т.п

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru 9
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГА РАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для уста новки системы: <\\fileserver1\GarantClient\garant.exe>
5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\CONSULT\cons.exe>
6. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях. Для проведения лекционных и практических работ предназначены специализированные аудитории:

2102 Помещение для курсового проектирования и самостоятельной работы обучающихся

2103 **Лаборатория электроэнергетики и энергосбережения**

2203 Брендированная лекционная аудитория электроснабжения АО «БЭСК» ООО «Башкирэнерго»

Для проведения практических работ используются универсальные лабораторные стенды.

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

**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 2025

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры

протокол № 8 от " 04 " апреля 2025 г.

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

подпись

С.Г. Шарипова
расшифровка подписи

Исполнители:

ст. преподаватель каф. ЭПП
должность

подпись

А.А. Ларькина
расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 6 от «15» мая 2025г.

Председатель НМС

подпись

Л.Ю. Пслакова
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. кафедрой ЭПП

С.Г. Шарипова
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой

С.Н. Козак
расшифровка подписи