Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

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

Год набора 2024

2133450

Рабочая программа дисциплины *«Б1.Д.Б.21 Теоретические основы теплотехники»* рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики
наименование кафедры

протокол № 4 от "22" 02 2024 г.

Заведующий кафедрой
электро- и теплоэнергетики
наименование кафедры *подпись* В.Ю. Соколов
расшифровка подписи

Исполнители:

должность *подпись* В.Ю. Соколов
расшифровка подписи

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
код наименование *личная подпись* В.Ю. Соколов
расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись Н.Н. Бинашева
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству ИЭЭС
личная подпись С.А. Сильвашко
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Соколов В.Ю., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи 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 ТиТТМО, теплообменных аппаратах и теплоиспользующем оборудовании;
- ознакомиться с методы 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.В.5 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, Б1.Д.В.6 Технологические энергосистемы предприятий, Б1.Д.В.9 Малоотходные технологии в энергетике, Б1.Д.В.11 Диагностика энергетического оборудования, Б1.Д.В.12 Физико-химические основы водоподготовки, Б1.Д.В.13 Тепловые двигатели и нагнетатели, Б1.Д.В.14 Тепломассообменное оборудование предприятий, Б1.Д.В.15 Котельные установки и парогенераторы, Б1.Д.В.16 Автоматизированные системы учета энергоносителей, Б1.Д.В.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	**180**	**216**	**396**
Контактная работа:	**66,5**	**67,25**	**133,75**
Лекции (Л)	32	34	66
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
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.*	**113,5** +	**148,75**	**262,25**
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	ЛР	
1,2	Первый закон термодинамики.Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар.	20	2	2		16
3.4	Термодинамические свойства реальных газов. PV-диаграмма. Таблицы термодинамических свойств веществ	20	4	2	2	12
5.6	Истечения из сопел. Дросселирование. Циклы паротурбинных установок.	20	4	2	2	12
7.8	Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки. Газовые циклы. Схемы, циклы и термический КПД двигателей и холодильных установок.	20	4	2	2	12
9,10	Эксергетический анализ циклов. Основы термодинамики необратимых процессов.	20	2	2	2	14
11,12	Состав и основные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива, характеристики условного топлива.	20	4	2	2	12
13,14	Теплота «сгорания» воздуха. Энтальпия	20	4	2	2	12

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	продуктов сгорания. Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для газообразного топлива и газообразных отходов производства					
15,16	Паровой котел и его основные элементы. Конструкции паровых и водогрейных котлов, отечественного и зарубежного производства. Тепловой баланс парового котла; коэффициент полезного действия.	20	4	1	2	13
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	20	4	1	2	13
	Итого:	180	32	16	16	116

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	
21	Конвективный теплообмен	54	9	4	4	
22	Теплообмен излучением	54	9	4	4	
23	Массоотдача	54	8	4	4	
	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 pv – 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 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

№ 22Теплопроводность

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. PV-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 холодильных установок.	2
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. Энтальпия 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	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		установок.	
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. Энтальпия 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 окружающей среды от вредных выбросов котельного агрегата. Паровые и газовые турбины. Турборасширительные машины. Коэффициент полезного действия и тепловая схема паротурбинной конденсационной ТЭС	1
10	20	Теплопроводность	4
11	21	Конвективный теплообмен	4
12	22	Теплообмен излучением	4
13	23	Массоотдача	4
		Итого:	32

4.5 Курсовая работа (4 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.

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://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;
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»

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

4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки 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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория кафедры электро- и теплоэнергетики, оснащенная мультимедийным оборудованием с наглядными пособиями, динамическими иллюстрациями. Для выполнения лабораторных работ предназначены технологические стенды с образцами термометров, манометров и барометров, пирометр, оптический эндоскоп, токовые клещи, толщиномер, компрессор, насосная станция, расходомер «Днепр 7», расходомер «Portaflow 220».

Лаборатории, задействованные в учебном процессе:

- лаборатория источников и систем теплоснабжения предприятий (ауд. 8121);
- лаборатория теплоснабжения (ауд. 8206).

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