

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.17 Техническая термодинамика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

протокол № 4 от "27" 12 2017г.

Заведующий кафедрой

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

подпись

С.В. Митрофанов

расшифровка подписи

Исполнители:

ст. преподаватель

должность

подпись

Е.В. Хаустова

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© хаустова Е.В., 2018

© ОГУ, 2018

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.

Задачи:

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- овладение студентами основными понятиями технической термодинамики, терминологией, законами, основными процессами, протекающими в тепловых машинах;
- освоение методами расчета процессов, методами расчета и экспериментального определения свойств рабочих тел и теплоносителей.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10 Математика, Б.1.Б.11 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.4 Малоотходные технологии в энергетике, Б.1.В.ОД.7 Тепловые двигатели и нагнетатели, Б.1.В.ОД.8 Теплообменное оборудование предприятий, Б.1.В.ОД.11 Котельные установки и парогенераторы*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать: Теоретические и методологические основы физики и математики необходимые для решения конкретных профессиональных задач; методы сбора и обработки экспериментальных данных.</p> <p>Уметь: Решать типовые учебные задачи по основным разделам физики; определять необходимость привлечения знаний из разделов физики и математики для решения профессиональных задач; применять знания математики и физики для анализа и обработки результатов физических экспериментов; понимать необходимость непрерывного обучения новыми знаниями и навыками профессиональной деятельности; использовать информационно-коммуникационные и компьютерные технологии для представления результатов деятельности.</p> <p>Владеть: Навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом физики; навыками использования теоретических основ базовых разделов физики и аппарата математики при решении конкретных профессиональных и смежных задач; навыками работы с научными и образовательными порталами</p>	ОПК-2 способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
<p>Знать: Правила соблюдения техники безопасности, производственной</p>	ПК-7 способностью обеспечивать соблюдение

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины Уметь: Организовать соблюдение правил безопасности производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины. Владеть: Навыками обеспечения правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины организации	правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	180	288
Контактная работа:	51,5	49,25	100,75
Лекции (Л)	18	16	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Консультации		1	1
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); - написание реферата (Р); - 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.)	56,5 +	130,75	187,25
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов		
		всего	аудиторная работа	внеауд. работа

			Л	ПЗ	ЛР	
1	Первый закон термодинамики.	7	2	1		4
2	Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар.	12	2	2	2	6
3	Термодинамические свойства реальных газов.	11	2	1	2	6
4	PV-диаграмма. Таблицы термодинамических свойств веществ.	12	2	2	2	6
5	Истечения из сопел. Дросселирование.	8	1	1		6
6	Циклы паротурбинных установок.	12	2	2	2	6
7	Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки.	12	2	2	2	6
8	Газовые циклы. Схемы, циклы и термический КПД двигателей и холодильных установок.	12	2	2	2	6
9	Эксергетический анализ циклов.	10	1	1	2	6
10	Основы термодинамики необратимых процессов.	12	2	2	2	6
	Итого:	108	18	16	16	58

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
11	Состав и основные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива.	13	1	1	-	11
12	Теплота сгорания топлива, характеристики условного топлива.	13	1	1	-	11
13	Теплота «сгорания» воздуха. Энтальпия продуктов сгорания.	13	1	1	-	11
14	Основы расчета и основные параметры топочных устройств. Горелки и топки для газообразного топлива и газообразных отходов производства.	17	2	2	2	11
15	Паровой котел и его основные элементы. Конструкции паровых и водогрейных котлов, отечественного и зарубежного производства.	15	1	1	2	11
16	Тепловой баланс парового котла; коэффициент полезного действия.	17	2	2	2	11
17	Особенности эксплуатации котельных установок. Охрана окружающей среды от вредных выбросов котельного агрегата.	13	1	1	-	11
18	Паровые и газовые турбины. Турборасширительные машины. Коэффициент полезного действия и тепловая схема паротурбинной конденсационной ТЭС.	16	2	1	2	11
19	Классификация двигателей внутреннего сгорания.	17	2	2	2	11
20	Теплоснабжение.	17	1	2	3	11
21	Вентиляция; кондиционирование.	16	1	1	3	11
22	Энергосберегающие технологии. Утилизация ВЭР.	13	1	1	-	11
	Итого:	180	16	16	16	132
	Всего:	288	34	32	32	190

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 Классификация двигателей внутреннего сгорания.

Назначение двигателей. Классификация двигателей. Принцип действия ДВС. Основные понятия и определения.

№ 20 Теплоснабжение.

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

№ 21 Вентиляция; кондиционирование.

Типы систем кондиционирования. Модели кондиционера. Системы вентиляции.

№ 22 Энергосберегающие технологии. Утилизация

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Приборы для измерения давления	2
2	3	Способы измерения температур в теплотехнике (бесконтактные методы).	2
3	4	Определение отношения удельных теплоемкостей газа методом адиабатического расширения.	2
4	6	Исследование характеристик ТЭНа.	2
5	7	Исследование работы холодильных установок.	2
6	8	Определение коэффициента теплопроводности металлов.	2
7	9	Исследование индикаторной диаграммы поршневого компрессора.	2
8	10	Исследование индикаторной диаграммы карбюраторного двигателя внутреннего сгорания	2
9	14	Определение параметров влажного воздуха.	2
10	15	Изучение свойств h,d -диаграммы	2
11	16	Определение постоянной Стефана-Больцмана при помощи оптического пирометра.	2
12	18	Качественная проверка закона Кирхгофа и закона смещения Вина.	2
13	19	Исследование теплоотдачи горизонтального цилиндра при естественной конвекции.	2
14	20	Исследование спектральных характеристик излучения нагретого тела.	3
15	21	Измерение лучистого потока нагретого тела методом сравнения с эталоном.	3
		Итого:	32

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Термодинамические параметры состояния системы.	4
2	2	Уравнение состояния идеального газа.	4
3	3	Второй закон термодинамики.	4
4	4	Реальные газы	4

5	5	Свойства воды и водяного пара. Процессы изменения его состояния	2
6	6	Дросселирование газа и пара	2
7	7	Циклы работы газотурбинных установок	3
8	8	Циклы работы холодильных машин	3
9	18	Расчет КПД и мощности турбины	2
10	20-22	Проектирование системы теплоснабжения	4
		Итого:	32

4.5 Курсовая работа (3 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. Расчет центробежного компрессора ГПА.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кудинов В.А. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст]: учебник для бакалавров - Юрайт, 2013. - 567 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Сборник задач по технической термодинамике. Т.Н. Андрианов, Б.В. Дзампов, В.Н.Зубарев, С.А. Ремизов, Н.Я.Филатов - М.: Издательство МЭИ, 2000. - 356 с.
2. Теплотехника. Под ред. А.П.Баскакова.- М.: Энергоатомиздат, 1991. 224 с.
3. Техническая термодинамика. Под ред. В.И. Крутова. - М.: Высшая школа, 1991. - 384 с.
4. Алексеев Г.Н. Общая теплотехника. - М.: Высшая школа, 1980. - 552 с.
5. Андриющенко А.И. Основы термодинамических циклов теплоэнергетических установок. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 319 с.

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.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Федеральный Интернет-экзамен в сфере профессионального образования. Режим доступа: <http://www.fepo.ru/>.
2. Интернет-университет информационных технологий. Комплекс бесплатных учебных курсов INTUIT.RU (версия 1.0). Режим доступа: <http://www.intuit.ru>
3. Энциклопедический сайт: <http://www.encyclopedia.ru>
4. <https://openedu.ru/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: Термодинамика неравновесных состояний.
5. <https://www.edx.org/> - «EdX», каталог курсов: Термодинамика.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows
2. OpenOffice/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2016]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\filesver1\GarantClient\garant.exe
4. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\filesver1\CONSULT\cons.exe>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид помещения	Мебель и технические средства обучения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран Компьютеры с подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ
Помещения для самостоятельной работы	Комплекты ученической мебели Компьютеры с подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ

К рабочей программе прилагаются:

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