

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Бендерский политехнический филиал

Кафедра «Инженерно-экологические системы»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

на 2020/2021 учебный год
год набора 2019

сокращенная форма обучения

Учебной дисциплины

«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ (ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН)»

Направление подготовки:
2.08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки
Теплогазоснабжение и вентиляция
(наименование профиля подготовки)

квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения:
заочная
(Срок обучения 3,6 лет)

Бендеры, 2020

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен)» разработана в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта ВО по направлению подготовки 2.08.03.01 «Строительство» и основной профессиональной образовательной программы по профилю подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Составитель рабочей программы

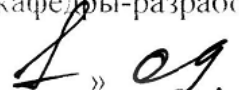
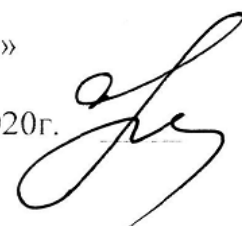
Доцент кафедры «Инженерно-экологические системы»



Т.И.Лохвинская

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Инженерно-экологические системы» 31.08.20 г. протокол № 1

Зав. кафедры-разработчика «ИЭС»

«  » 2020г. 

Т.И. Лохвинская

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью обучения студентов по данному курсу является:

- изучение основных закономерностей процессов взаимопревращений теплоты и работы, свойств идеальных и реальных рабочих тел и теплоносителей, циклов теплосиловых установок и холодильных машин.
- Знание физических основ многообразия процессов, протекающих в теплоэнергетическом оборудовании ТЭЦ, КЭС и атомных электростанций.
- Умение технически грамотно организовать и контролировать экономическую обоснованность проектирования и эксплуатации различных тепловых двигателей, теплообменных устройств и прочего энергооборудования современных энергетических установок.

Задачи дисциплины

- сформировать прочные знания свойств рабочих тел и законов их изменения в различных термодинамических процессах;
- обучить методам анализа эффективности циклов ТСУ.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен)» относится к вариативной части Б1. В. ОД. 6 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Теплогазоснабжение и вентиляция» направления 2.08.03.01 «Строительство». Для освоения дисциплины «Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен)» необходимы знания, умения и компетенции, полученные в результате освоения дисциплин «Математика», «Физика», «Механика жидкости и газа».

Студент должен:

знать:

- законы термодинамики, параметры состояния термодинамической системы, связи между параметрами для различных рабочих веществ – идеального газа, водяного пара, влажного воздуха; величины, характеризующие термодинамическую эффективность теплосиловых и холодильных установок;
- основные закономерности теплопроводности, конвективного переноса и теплообмена излучением, а также процессов молекулярного и конвективного переноса массы; величины, характеризующие указанные процессы, и дифференциальные уравнения, которые связывают эти величины.

уметь:

- формировать и решать задачи одномерной стационарной и нестационарной теплопроводности;
 - решать простейшие задачи тепло и массообмена при фазовых превращениях.
- применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа;
- проводить анализ и расчет термодинамических процессов идеального газа, водяного пара и влажного воздуха, процессов истечения и дросселирования;
- рассчитывать основные процессы конвективного теплообмена с использованием теории подобия и теории пограничного слоя.

владеть:

- методиками расчетов теплопроводности через ограждающие конструкции зданий, определения коэффициента теплоотдачи для разных условий, выполнения расчета при сложном теплообмене.

- расчетом циклов Карно, методами повышения эффективности циклов тепловых установок.
- методами расчетов теплопроводности через стенку различной конструкции,
- навыками расчета сложного теплообмена.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций приведенных в таблице ниже:

Категория (группа) компетенций	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
Теоретическая фундаментальная подготовка	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ИД-1 _{ОПК-1} Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности ИД-2 _{ОПК-1} Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования ИД-9 _{ОПК-1} Решение инженерно-геометрических задач графическими способами
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-3. Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	ИД-1 _{ОПК-3} Описание основных сведений об объектах и процессах профессиональной деятельности посредством использования профессиональной терминологии ИД-2 _{ОПК-3} Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Распределение трудоемкости в зет/часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам:

Курс	Количество часов						Форма итогового контроля
	Трудоемкость, з.е./часы	В том числе					
		Аудиторных				Самост. работы	
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. зан		
Заочная форма обучения ТГВ 3.6 лет							

2 курс	4/108	14	6	2	6	94	
2 курс	1/72	-	-	-	2	61	курсовая работа, экзамен (9 час)
	5/180	14	6	2	8	157	курсовая работа, экзамен (9 час)

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины (заочное обучение 5л)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
Тема 1.	Введение. Основные понятия	29	2	-	-	5
Тема 2.	Первый закон термодинамики			2	-	10
Тема 3.	Основные термодинамические процессы с идеальным газом			-	-	10
Тема 4.	Второй закон термодинамики	76	2	2	-	10
Тема 5.	Приложение I и II законов термодинамики к работе тепловых двигателей с идеальным газом			-	2	20
Тема 6.	Реальные газы			-	-	10
Тема 7.	Циклы паротурбинных установок (ПТУ)			2		20
Тема 8.	Установки прямого преобразования теплоты в работу	66	2	-	-	10
Тема 9.	Термодинамика потока			-	-	10
Тема 10.	Стационарная и нестационарная теплопроводность			-	-	20
Тема 11.	Конвективный тепло-и массообмен			2	-	10
Тема 12.	Радиационный теплообмен			-	-	10
Тема 13.	Теплообменные аппараты			-	-	12
	Всего	171	6	8	2	157

4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

Лекции.

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
1	Тема 1.	2	Введение. Основные понятия. Предмет и метод курса «Теоретические основы теплотехники». Краткий исторический очерк развития дисциплины. Проектирование и эксплуатация парогенераторов, реакторов, атомных электростанций. Рабочее тело, параметры состояния, уравнение состояния рабочего тела.	Учебные плакаты
2	Тема 2.		Первый закон термодинамики. Количество теплоты, изменение внутренней энергии,	Учебные плакаты

			внешняя работа, энтальпия. Первый закон термодинамики как частный случай всеобщего закона сохранения и превращения энергии. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимость и необратимость процессов. Круговые процессы или циклы. Понятие об идеальном и реальном газе.	
3	Тема 3.		Основные термодинамические процессы с идеальным газом. Уравнение состояния Клапейрона - Менделеева для идеального газа и газовой смеси. Газовая постоянная. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы с идеальным газом, Общие свойства внутренней энергии идеального газа. Теплоемкости процессов.	Учебные плакаты
Итого по разделу часов:		2		
4	Тема 4.	2	Второй закон термодинамики. Прямой обратимый цикл Карно и его к. п. д. Произвольный обратимый цикл. Интеграл Клаузиуса. Энтропия. Тепловая диаграмма (TS – диаграмма). Изображение термодинамических процессов в TS – диаграмме. Цикл Карно в TS – диаграмме. Цикл Карно с регенерацией. Самопроизвольное возрастание энтропии в необратимых и адиабатных процессах. Энтропия и теория вероятности. Энтропийный метод оценки работоспособности системы и области его применения. Эксергетический метод оценки работоспособности системы и области его применения. Энтропия и "теория тепловой смерти" Вселенной.	Учебные плакаты
5	Тема 5.		Приложение I и II законов термодинамики к работе тепловых двигателей с идеальным газом. Индикаторная диаграмма и идеальный цикл ДВС при различных условиях подвода теплоты. Схема и цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты. Применение регенеративного подогрева рабочего тела в ГТУ. Промежуточное охлаждение и промежуточный подогрев рабочего тела в ГТУ. Методы повышения эффективности циклов тепловых двигателей.	Учебные плакаты
6	Тема 6.		Реальные газы. Процесс парообразования в PV - и TS -диаграммах. Основные понятия о термодинамических характеристиках водяного пара (энтальпия, внутренняя энергия, степень сухости, теплоемкость пара). Таблицы термодинамических свойств сухого насыщенного и перегретого пара и кипящей жидкости HS -диаграмма водяного пара. Изобарный и адиабатный процессы с водяным паром. Дросселирование пара.	слайды
7	Тема 7.		Циклы паротурбинных установок (ПТУ).	слайды

			Схема и цикл Ренкина паротурбинной установки. Влияние начальных и конечных параметров пара на КПД паротурбинной установки. Цикл паротурбинной установки со вторичным перегревом пара. Цикл ПТУ с регенеративным подогревом питательной воды. Теплофикационные циклы паротурбинных установок. Парогазовые циклы. Циклы атомных энергетических установок.	
8	Тема 8.		Установки прямого преобразования теплоты в работу. Принцип действия магнитно-гидродинамического генератора. Магнитно-гидродинамическая установка разомкнутой и замкнутой схемы. Термоэлектрические генераторы.	слайды
Итого по разделу часов:		2		
9	Тема 9	2	Термодинамика потока. Первый закон термодинамики для потока, энтальпия торможения. Скорость истечения в функции перепада энтальпий. Скорость истечения в функции отношения давлений. Сопло Лавалья.	
10	Тема 10		Стационарная и нестационарная теплопроводность. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности. Граничные условия в задачах теплопроводности и способ их задания. Теплопроводность в плоской и цилиндрической одно- и многослойной стенке. Коэффициент теплопередачи. Нестационарная теплопроводность.	
11	Тема 11		Конвективный тепло- и массообмен. Механизм конвективного переноса тепла и массы. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Уравнение энергии. Уравнения движения вязкой жидкости. Уравнение сплошности потока. Применение теории подобия для обобщения данных опыта. Критерии теплового подобия, их физическая сущность и формы связи между ними. Теплоотдача при свободной конвекции. Теплоотдача при вынужденной конвекции в условиях внутренней и внешней задачи. Теплообмен при изменении агрегатного состояния.	
12	Тема 12		Радиационный теплообмен. Основные законы радиационного теплообмена. Частные случаи теплообмена излучением. Роль экранов при защите от излучения. Расчет теплообмена излучением в камерах горения.	
13	Тема 13		Теплообменные аппараты. Рекуперативное и регенеративное теплообменные аппараты. Основные схемы включения теплоносителей и уравнения для теплового расчета рекуперативных теплообменников. Тепловой и	

			гидродинамический расчет теплообменных аппаратов. Эксергетический анализ теплообменных аппаратов.	
Итого по разделу часов:		2		
Итого:		6		

Практические занятия

№ п/п	Номер раздела	Объем часов	Наименование практического занятия	Учебно-наглядные пособия
1	Тема 2.	2	Расчет количества теплоты, изменение внутренней энергии, внешней работы, энтальпии термодинамической системы.	Раздаточный материал, методические рекомендации
2	Тема 3.	-	Расчет газовых смесей.	Раздаточный материал, методические рекомендации
			Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы идеального газа.	
			Политропный процесс с идеальным газом.	
3	Тема 4.	2	Изображение термодинамических процессов в тепловой диаграмме.	Раздаточный материал, методические рекомендации
Итого по разделу часов:		4		
4	Тема 7.	2	Схема паротурбинной установки.	Раздаточный материал, методические рекомендации
			Построение цикла Ренкина в тепловой диаграмме.	
			Цикл ПТУ со вторичным перегревом пара.	
			Цикл ПТУ с регенеративным подогревом питательной воды.	
5	Тема 8.	-	Принцип действия магнитно-гидродинамического генератора	Раздаточный материал, методические рекомендации
			Магнитно-гидродинамическая установка разомкнутой и замкнутой схемы.	
6	Тема 9.	-	Скорость истечения в функции перепада энтальпий	Раздаточный материал, методические рекомендации
			Скорость истечения в функции отношения давлений.	
			Сопло Лавалья.	
7	Тема 10.	-	Теплопроводность в плоской и цилиндрической одно- и многослойной стенке.	Раздаточный материал, методические рекомендации
			Нестационарная теплопроводность.	
8	Тема 11.	2	Критерии теплового подобия, их физическая сущность и формы связи между ними.	Раздаточный материал, методические рекомендации
			Применение теории подобия для обобщения данных конвективного	

			теплообмена.	
Итого по разделу часов:		4		
9	Тема 12.	-	Расчет теплообмена излучением в камерах горения.	Раздаточный материал, методические рекомендации
10	Тема 13.	-	Эксергетический анализ теплообменных аппаратов.	Раздаточный материал, методические рекомендации
Итого по разделу часов:		-		
Итого:		8		

Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела	Объем часов	Наименование лабораторного занятия	Учебно-наглядные пособия
1	Тема 5.	2	Схема и цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты. Регенерация тепла в ГТУ	методические рекомендации
Итого по разделу часов:		2		
Итого:		2		

Самостоятельная работа студентов.

Раздел дисциплины	№ тем ы	Тема и вид СРС	Трудоем кость (в часах)
Введение. Основные понятия	1	Краткий исторический очерк развития дисциплины. Проектирование и эксплуатация парогенераторов, реакторов, атомных электростанций.	5
Первый закон термодинамики	2	Равновесные и неравновесные процессы. Обратимость и необратимость процессов. Круговые процессы или циклы. Понятие о реальном газе.	10
Основные термодинамические процессы с идеальным газом	3	Газовая постоянная. Общие свойства внутренней энергии идеального газа. Теплоемкости процессов.	10
Итого по разделу часов:			25
Второй закон термодинамики	4	Произвольный обратимый цикл. Интеграл Клаузиуса. Самопроизвольное возрастание энтропии в необратимых и адиабатных процессах. Энтропия и теория вероятности. Энтропия и "теория тепловой смерти" Вселенной.	10
Приложение I и II законов термодинамики к работе тепловых	5	Применение регенеративного подогрева рабочего тела в ГТУ. Промежуточное охлаждение и промежуточный подогрев	20

двигателей с идеальным газом		рабочего тела в ГТУ. Методы повышения эффективности циклов тепловых двигателей.	
Реальные газы	6	Термодинамические характеристики водяного пара. Таблицы термодинамических свойств сухого насыщенного и перегретого пара и кипящей жидкости HS -диаграмма водяного пара. Дросселирование пара.	10
Циклы паротурбинных установок (ПТУ)	7	Теплофикационные циклы паротурбинных установок. Парогазовые циклы. Циклы атомных энергетических установок.	20
Установки прямого преобразования теплоты в работу	8	Схемы магнитно-гидродинамической установки. Термоэлектрические генераторы.	10
Итого по разделу часов:			50
Термодинамика потока	9	Энтальпия торможения. Скорость истечения. Критическая скорость истечения потока.	10
Стационарная и нестационарная теплопроводность	10	Граничные условия в задачах теплопроводности и способ их задания. Краевые условия в задачах теплопроводности и способ их задания.	20
Конвективный тепло- и массообмен	11	Механизм конвективного переноса тепла и массы. Теплоотдача при свободной конвекции. Теплоотдача при вынужденной конвекции в условиях внутренней и внешней задачи. Теплообмен при изменении агрегатного состояния.	10
Радиационный теплообмен	12	Законы радиационного теплообмена. Частные случаи теплообмена излучением. Роль экранов при защите от излучения.	10
Теплообменные аппараты	13	Теплообменные аппараты, рекуперативное и регенеративное теплообменные аппараты. Основные схемы включения теплоносителей и уравнения для теплового расчета рекуперативных теплообменников.	12
Итого по разделу часов:			52
ВСЕГО			157

5. Примерная тематика курсовых проектов - приведена в ФОС дисциплины.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

6.1. Обеспеченность обучающихся учебниками, учебными пособиями

№ п/п	Наименование учебника учебного пособия	Автор	Год издания	Количество экземпляров	Электронная версия	Места размещения электронной версии
Основная литература						
1	Теплотехника, М: Высшая школа,	Луканин В.Н.	2008	1	-	-
2	Техническая термодинамика и теплопередача.	Карминский В.Д.	2005	7	-	-
3	Основы теплопередачи.	М. А. Михеев, И. М. Михеева.	2010.	-	+	Каб. ЭИР
4	Теоретические основы теплотехники.	Ляшков. В. И.	2008.	-	+	Каб. ЭИР
Дополнительная литература						
5	Техническая термодинамика.	Лохвинская Т.И.	2010	49	+	Каб. ЭИР
6	Техническая термодинамика	Кудинов В.Л., Карташов Э. М.	2005	-	+	Каб. ЭИР
Итого по дисциплине: % печатных изданий 57 ; % электронных 100_						

6.2. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Поисковые системы на Интернет-ресурсах.

6.3. Методические указания и материалы по видам занятий.

Приведены в УМКД.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Поточные лекционные аудитории, оснащенные современными техническими средствами обучения (ТСО). Видеокалассы. Компьютерные классы.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Приведены в УМКД.

Данная рабочая программа для обучающихся 2 курса, 2019 набора в 2020-2021 учебном году реализуется в комбинированном формате. Комбинированный формат проведения учебных занятий включает контактную работу обучающихся с преподавателями в аудитории и работу обучающихся и работу обучающихся с преподавателями дистанционно в режимах онлайн (onlain) и офлайн (oflain) с использованием образовательного портала «Электронный университет ПГУ» (Moodle); платформ видеоконференций – Zoom и др.; возможности мессенджеров – Viber. Skype и др., а так же проведение работы посредством групповой электронной почты обучающихся и электронной почты преподавателей.

9. Технологическая карта дисциплины

Курс 2 группа __24__ семестр 4,5

Преподаватель – лектор - Т.И.Лохвинская

Преподаватели, ведущие практические занятия – Т.И.Лохвинская

Кафедра «Инженерно-экологических систем»

Весовой коэффициент дисциплины в совокупной рейтинговой оценке, рассчитываемой по всем дисциплинам (если введена модульно-рейтинговая система)

Наименование дисциплины / курса	Уровень / ступень образования	Статус дисциплины в рабочем учебном плане (А, Б, В, Г) (если введена модульно-рейтинговая система)	Количество зачетных единиц / кредитов	
Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен)	бакалавриат	Б	5	
Смежные дисциплины по учебному плану (перечислить):				
Физика, Механика жидкости и газа, Информатика, Теплогазоснабжение и вентиляция				
ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ				
(входной рейтинг-контроль, проверка «остаточных» знаний по смежным дисциплинам)				
Тема, задание или мероприятие входного контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Оределение понятий : работа, количество теплоты, внутренняя энергия газа.	Опрос	Аудиторная	5	10
Итого			5	10
БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ (проверка знаний и умений по дисциплине)				
Тема, задание или мероприятие входного контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Рабочее тело, параметры состояния, уравнение состояния рабочего тела.	Опрос	Аудиторная	1	2
Равновесные и неравновесные процессы. Круговые процессы или циклы.	текущее тестирование	Аудиторная	3	4
Расчет количества теплоты, изменение внутренней энергии, внешней работы, энтальпии термодинамической системы.	Проверка и защита практической работы	Внеаудиторная	1	3
Изображение термодинамических процессов в тепловой диаграмме.	Проверка и защита практической работы	Внеаудиторная	1	4
Прямой обратимый цикл Карно, анализ КПД циклов.	Аналитический доклад	Внеаудиторная	3	4
Первый закон термодинамики как частный случай всеобщего закона сохранения и превращения энергии.	Текущее тестирование	Аудиторная	3	4
Применение теории	Проверка	Аудиторная	2	3

подобия для обобщения данных конвективного теплообмена	практической работы			
Тепловая диаграмма (TS – диаграмма). Изображение термодинамических процессов в TS – диаграмме. Цикл Карно в TS – диаграмме.	Текущее тестирование	Аудиторная	3	4
Реальные газы. Термодинамические характеристики водяного пара.	Опрос	Аудиторная	1	2
Схема паротурбинной установки.	Проверка практической работы	Аудиторная	4	5
Построение цикла Ренкина в тепловой диаграмме.	Проверка практической работы	Аудиторная	4	5
Влияние начального давления и температуры водяного пара в турбине на термодинамическую эффективность ПСУ.	Проверка и защита лабораторной работы	Внеаудиторная	1	3
Цикл ПСУ с промежуточным перегревом пара. Регенеративный цикл ПСУ	Опрос	Аудиторная	2	3
Эксергетический анализ теплообменных аппаратов.	Проверка и защита практической работы	Внеаудиторная	2	3
Теплофикационные циклы	Доклад с презентацией	Внеаудиторная	2	3
Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты.	Текущее тестирование	Аудиторная	2	3
Курсовая работа	Защита курсовой работы	Аудиторная	10	20
Итого:			50	85
Оценка за 2 курс по итогам самостоятельных, практических и лабораторных работ и защиты курсовой работы				
	<i>Виды текущей аттестации</i>	<i>Аудиторная или внеаудиторная</i>	<i>Минимальное количество баллов</i>	<i>Максимальное количество баллов</i>
Итого			50 баллов - допуск к экзамену, оценка «3» - 51-65 баллов, оценка «4»- 66- 75 баллов	76-85 Оценка «5»
Итоговый контроль	экзамен	Аудиторная	0	15
Итого			50	100

