

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко»

Бендерский политехнический филиал
Кафедра «Инженерно – экологические системы»

Утверждаю
И. о. директора БПФ
ГОУ «ПГУ им. Т. Г. Шевченко»
С. С. Иванова
(подпись, расшифровка подписи)

« 01 » 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
для набора 2019 года
на 2020/2021 учебный год
Учебной дисциплины
**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ
(ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН)»**
Направление подготовки:
2.08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки
Теплоснабжение и вентиляция
(наименование профиля подготовки)

квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения:
очная

Бендеры, 2020

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и теплообмен)» 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»



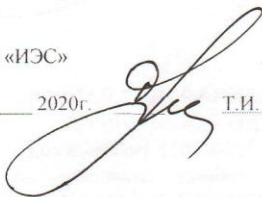
Т.И. Лохвинская

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Инженерно-экологические системы»

31.08.20 г. протокол № 1

Зав. кафедры-разработчика «ИЭС»

« 20 » 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».

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 тепло-проводности;
- 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 деятельности на основе использования и практических основ естественных 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:

Семестр	Количество часов						Форма итогового контроля
	Трудоемкость, з. е./часы	В том числе					
		Аудиторных				Самост. работы	
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. зан		
Очная форма обучения							
3	2/72	48	16	10	22	24	Курсовая работа
4	3/108	34	14	-	20	38	Экзамен
Итого	5/180	82	30	10	42	62	Курсовая работа, экзамен, 36час. контроль

4.2 Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
3 семестр						

Тема 1.	Введение. Основные понятия	4	2	-	-	2
Тема 2.	Первый закон термодинамики	10	2	4	-	4
Тема 3.	Основные термодинамические процессы с идеальным газом	12	2	4	2	4
Тема 4.	Второй закон термодинамики	10	2	4	2	2
Тема 5.	Приложение 1 и 11 законов термодинамики к работе тепловых двигателей с идеальным газом	8	2	2	2	2
Тема 6.	Реальные газы	12	2	4	2	4
Тема 7.	Циклы паротурбинных установок (ПТУ)	16	4	4	2	6
	ИТОГО за 3 семестр	72	16	22	10	24
4 семестр						
Тема 8.	Установки прямого преобразования теплоты в работу	18	4	6	-	2
Тема 9	Термодинамика потока	17	2	2	-	2
Тема 10	Стационарная и нестационарная теплопроводность	16	2	2		12
Тема 11	Конвективный тепло-и массообмен	17	2	4	-	14
Тема 12	Радиационный теплообмен	17	2	2	-	4
Тема 13	Теплообменные аппараты	21	2	4	-	4
	ИТОГО за 4 семестр	108	14	20	-	38
	Всего	180	30	42	10	62

4.3. Тематическим план по видам учебной деятельности
Лекции.

№ п/п	Номер раздела	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	2	Первый закон термодинамики. Количество теплоты. изменение внутренней энергии, 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.	Учебные плакаты
3	Тема 3	2	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:		6		
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. Самопроизвольное возрастание энтропии в необратимых и адиабатных процессах. Энтропия и теория вероятности.	Учебные плакаты

5	Тема 5	2	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	2	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	4	Циклы паротурбинных установок (ПТУ). 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.	слайды
ИТОГО за 3 семестр		16		
8	Тема 8	4	Установки прямого преобразования теплоты в работу. Принцип действия магнитно - гидродинамического генератора. Магнитно-гидродинамическая установка разомкнутой и замкнутой схемы. Термоэлектрические генераторы.	слайды
Итого по разделу		14		
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 Лавала.	Слайды
10	Тема 10	2	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.	Слайды
11	Тема 11	2	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.	Слайды
12	Тема 12	2	Радиационный теплообмен. Основные законы радиационного теплообмена. Частные случаи теплообмена излучением. Роль экранов при защите от излучения. Расчет теплообмена излучением в камерах горения.	Слайды
13	Тема 13	2	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.	Слайды
Итого по разделу часов:		10		
ИТОГО за 4 семестр		14		
Итого:		30		

Практические занятия

№ п/п	Номер раздела	Объем часов	Наименование практического занятия	Учебно-наглядные пособия
1	Тема 2.	4	Расчет количества теплоты, изменение внутренней энергии, внешней работы, энтальпии термодинамической системы.	Методическая разработка
2	Тема 3.	4	Расчет газовых смесей. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы идеального газа.	Методическая разработка
Итого по разделу		8		
3	Тема 4.	4	Изображение термодинамических процессов в тепловой диаграмме.	Методическая разработка
4	Тема 5.	2	Схема паротурбинной установки.	Методическая разработка
5	Тема 6.	4	Построение цикла Ренкина в тепловой диаграмме.	Методическая разработка
6	Тема 7.	4	Цикл ПТУ со вторичным перегревом пара. Цикл ПТУ с регенеративным подогревом питательной воды.	Методическая разработка
ИТОГО за 3 семестр		22		
7	Тема 8.	6	Установки прямого преобразования теплоты в работу	Методическая разработка
Итого по разделу часов:		20		
8	Тема 9.	2	Сопло Лаваля.	Методическая разработка
9	Тема 10.	2	Теплопроводность в плоской и цилиндрической одно- и многослойной стенке.	Методическая разработка
10	Тема 11.	4	Критерии теплового подобия, их физическая сущность и формы связи между ними.	Методическая разработка
11	Тема 12.	2	Расчет теплообмена излучением в камерах горения.	Методическая разработка
12	Тема 13.	4	Эксергетический анализ теплообменных аппаратов.	Методическая разработка
Итого по разделу		14		
Итого:		42		

Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела	Объем часов	Наименование лабораторного занятия	Наименование лаборатории	Учебно-наглядные пособия
1	Тема 3.	2	Уравнение состояния идеального газа.	Теплогазоснабжение и вентиляция	Методическая разработка
2	Тема 4.	2	Индикаторная диаграмма и идеальный цикл ДВС при различных условиях подвода теплоты.	Теплогазоснабжение и вентиляция	Методическая разработка

3	Тема 5.	2	Схема и цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты. Регенерация тепла в ГТУ	Теплогазоснабжение и вентиляция	Методическая разработка
Итого по разделу часов:		6			
4	Тема 6.	2	Процессы парообразования PV-TS- термодинамических диаграммах.	Теплогазоснабжение и вентиляция	Методическая разработка
5	Тема 7.	2	Влияние изменения давления и температуры водяного пара в турбине на термодинамическую эффективность ПСУ.	Теплогазоснабжение и вентиляция	Методическая разработка
ИТОГО за 3 семестр		10			
Итого:		10			

Самостоятельная работа студентов.

№ п/п	Номер раздела	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
1	1	Краткий исторический очерк развития дисциплины. Проектирование и эксплуатация парогенераторов, реакторов, атомных электростанций.	2
2	2	Равновесные и неравновесные процессы. Обратимость и необратимость процессов. Круговые процессы или циклы. Понятие о реальном газе.	4
3	3	Газовая постоянная. Общие свойства внутренней энергии идеального газа. Теплоемкости процессов.	4
Итого по разделу			10
4	4	Произвольный обратимый цикл. Интеграл Клаузиуса. Самопроизвольное возрастание энтропии в необратимых и адиабатных процессах. Энтропия и теория вероятности. Энтропия и "теория тепловой смерти" Вселенной.	2
5	5	Применение регенеративного подогрева рабочего тела к ГТУ. Промежуточное охлаждение и промежуточный подогрев рабочего тела в ГТУ. Методы повышения эффективности циклов тепловых двигателей.	4
6	6	Термодинамические характеристики водяного пара. Таблицы термодинамических свойств сухого насыщенного и перегретого пара и кипящей жидкости I - S - диаграмма водяного пара. Дросселирование пара.	6
7	7	Теплофикационные циклы паротурбинных установок. Парогазовые циклы. Циклы атомных энергетических установок.	2
ИТОГО за 3 семестр			24
8	8	Схемы магнитно-гидродинамической установки. Термоэлектрические генераторы.	2
Итого по разделу			16
9	9	Энтальпия торможения. Скорость истечения. Критическая скорость истечения потока.	2
10	10	Граничные условия в задачах теплопроводности и способ их задания. Краевые условия в задачах теплопроводности и способ их задания.	12
11	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.	14

12	12	Законы радиационного теплообмена. Частные случаи теплообмена излучением. Роль экранов при защите от излучения.	4
13	13	Теплообменные аппараты, рекуперативное и регенеративное теплообменные аппараты. Основные схемы включения теплоносителей и уравнения для теплового расчета рекуперативных теплообменников.	4
ИТОГО за 4 семестр			38
ВСЕГО			62

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). Видеоклассы. 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 (online) и офлайн (offline) 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.

11. Технологическая карта дисциплины

Курс 2 группа 212 семестр 3,4

Доцент – лектор – Т. И. Лохвинская,

Доцент, ведущий практические занятия – Т. И. Лохвинская,

Кафедра «Инженерно – экологические системы»

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

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 зачётных единиц/кредитов	
Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен)	Бакалавриат		5	
Смежные дисциплины по учебному плану				
«Математика», «Физика», «Механика жидкости и газа».				
ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ				
(вводный 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
Теоретические основы теплотехники	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Итого			1	1
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
Введение. Основные понятия	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Первый закон термодинамики	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Основные термодинамические процессы с идеальным газом	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Модульный контроль № 1	Письменный ответ	Аудиторная	3	5
Второй закон термодинамики	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Приложение I и II законов	Устный ответ на практическом	Аудиторная	1	1

термодинамики к работе тепловых двигателей с идеальным газом	занятии			
Реальные газы	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Циклы паротурбинных установок (ПТУ)	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Модульный контроль № 2	Письменный ответ	Аудиторная	3	5
Защита курсовой работы	Устный ответ	Аудиторная	10	20
Установки прямого преобразования теплоты в работу	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Термодинамика потока	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Стационарная и нестационарная теплопроводность	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Модульный контроль № 3	Письменный ответ	Аудиторная	3	5
Конвективный тепло-и массообмен	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Радиационный теплообмен	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Теплообменные аппараты	Устный ответ на практическом занятии	Аудиторная	1	1
Модульный контроль № 4	Письменный ответ	Аудиторная	3	5
Итого			35	53
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ				
Тема, задание или мероприятие входного контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Подготовка реферата	Устный ответ на практическом занятии	Внеаудиторная	1	24
Оформление практических работ (за каждую работу)	Изучение письменной работы, заслушивание на практическом занятии	Внеаудиторная	1	12
Оформление лабораторных работ	Защита лабораторной письменной работы	Аудиторная	1	10
Итого			3	5
Итого максимум			60	100
Итоговый контроль	Экзамен	Аудиторная	Экзамен	Курсовая работа