

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Т.Г. ШЕВЧЕНКО

Бендерский политехнический филиал  
Кафедра «Инженерно – экологические системы»

ПЕРЕУТВЕРЖАЕНЫ И ДОПУЩЕНЫ  
К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В 20-21  
ЗАВ. КАФ. Т.И. ЛОХВИНСКАЯ  
ПРОТОКОЛ №4 ОТ 26.11.20

УТВЕРЖДЕН  
на заседании кафедры  
«28» 11 2019 г., протокол № 4  
Заведующий кафедрой  
Т.И. Лохвинская

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ (ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН  
(наименование дисциплины)

2.08.03.01 Строительство  
(код и наименование направления подготовки)

Теплогазоснабжение и вентиляция  
(наименование профиля подготовки)

бакалавр  
Квалификация (степень) выпускника

Разработал:  
Преподаватель  
А. В. Кривой



Бендеры, 2019

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине  
**«Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и  
 тепломассообмен)»**

1. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**1.1. 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.

**1.2 уметь:** формулировать 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.

**1.3 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.

1. Программа оценивания контролируемой компетенции:

| Текущая аттестация | Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины и их наименование | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                  | Тема 1. Введение.<br>Основные понятия                              | ОПК-1, ОПК-2,<br>ПК – 13                      | Модульная контрольная работа № 1<br>СРС (подготовить доклад)<br>«Происхождение определения внутренняя энергия»<br>«Уравнение энтропии в общем»<br>«Политропный процесс изменения состояния газов»<br><b>Практические работы:</b><br>«Расчет количества теплоты, изменение внутренней энергии, внешней работы, энтальпии термодинамической системы»<br>«Расчет газовых смесей»<br>«Изохорный, изобарный, |
|                    | Тема 2. Первый закон термодинамики                                 |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                 |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | ш 3. Основные термодинамические процессы с идеальным газом                                                                                                                                                                                      |                              | изотермический и адиабатный процессы идеального газа»<br>«Изображение термодинамических процессов в тепловой диаграмме»<br><b>Лабораторные работы:</b><br>«Уравнение состояния идеального газа»<br>«Индикаторная диаграмма и идеальный цикл ДВС при различных условиях подвода теплоты»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2                               | <div>Тема 4. Второй закон термодинамики</div> <div>Тема 5. Приложение 1 и 11 законов термодинамики к работе тепловых двигателей с идеальным газом</div> <div>Тема 6. Реальные газы</div> <div>Тема 7. Циклы паротурбинных установок (ПТУ)</div> | ОПК-1, ОПК-2, ПК – 13        | Модульная контрольная работа № 2, СРС (подготовить доклад)<br>«Энтропия в энергетических установках»<br>«Виды термических КПД»<br>«Дросселирование паров и газов»<br><b>Практические работы:</b><br>«Схема паротурбинной установки.»<br>«Построение цикла Ренкина в тепловой диаграмме»<br>«Цикл ПТУ со вторичным перегревом пара.»<br>«Цикл ПТУ с регенеративным подогревом питательной воды»<br><b>Лабораторные работы:</b><br>«Схема и цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты. Регенерация тепла в ГТУ»<br>«Процессы парообразования PV-TS- термодинамических диаграммах»<br>«Влияние изменения давления и температуры водяного пара в турбине на термодинамическую эффективность ПСУ.»<br>СРС (подготовить доклад) «Виды термических КПД» |
| <b>Промежуточная аттестация</b> |                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>ОПК-1, ОПК-2, ПК – 13</b> | <b>Задание на курсовую работу</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1                               | <div>Тема 8 Установки прямого преобразования теплоты в работу</div> <div>Тема 9 Термодинамика потока</div> <div>Тема 10 Стационарная и нестационарная теплопроводность</div>                                                                    | ОПК-1, ОПК-2, ПК – 13        | Модульная контрольная работа № 1, СРС (подготовить доклад)<br>«Эффективность теплосиловых установок и её применение в практике»<br>«Основные показатели цикла двигателя внутреннего сгорания»<br>«Устройство и принцип действия теплового насоса»<br><b>Практические работы</b><br>«Принцип действия магнитно-гидродинамического генератора»<br>«Сопло Лаваля»<br>«Теплопроводность в плоской и цилиндрической одно- и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                            |                                          |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                          |                                  | многослойной стенке»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2                          | Тема 11. Конвективный тепло-и массообмен | ОПК-1, ОПК-2,<br>ПК – 13         | Модульная контрольная работа № 2, СРС (подготовить доклад)<br>«Основы теории подобия»<br>«Методика расчета теплообменных аппаратов»<br>«Схемы включения теплоносителей рекуперативных теплообменников»<br><b>Практические работы</b> «Критерии теплового подобия, их физическая сущность и формы связи между ними»<br>«Расчет теплообмена излучением в камерах горения»<br>«Эксергетический анализ теплообменных аппаратов.» |
|                            | Тема 12. Радиационный теплообмен         |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                            | Тема 13. Теплообменные аппараты          |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Итоговая аттестация</b> |                                          | <b>ОПК-1, ОПК-2,<br/>ПК – 13</b> | <b>Вопросы к экзамену</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### **I. Задания на модульные контрольные работы.**

#### **1. Контрольная работа №1 по темам:**

- Тема 1. Введение. Основные понятия
- Тема 2. Первый закон термодинамики
- Тема 3. Основные термодинамические процессы с идеальным газом

#### **Вариант 1.**

1. Теория дифференциальных уравнений
2. Виды дифференциальных уравнений
3. Экспериментальное исследование физических свойств

#### **Вариант 2.**

1. Внутренняя энергия в энергетических установках
2. Формула энтропии и значение её переменных
3. Дифференциальное уравнение энтальпии

#### **Вариант 3.**

1. Дифференциальное уравнение теплоты
2. Теплоёмкость в энергетических установках
3. Основное уравнение тепломассообмена

***Результаты первого модуля - 5 баллов.***

#### **Критерии оценки:**

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 5 баллов,
- Оценка «хорошо» - 4 баллов,
- Оценка «удовлетворительно» - 3 балла.
- Оценка «неудовлетворительно» - менее 3 баллов.

2. Контрольная работа №2 по темам:

- Тема 4. Второй закон термодинамики
- Тема 5. Приложение 1 и 11 законов термодинамики к работе тепловых двигателей с идеальным газом
- Тема 6. Реальные газы
- Тема 7. Циклы паротурбинных установок (ПТУ)

**Вариант 1.**

1. Условия независимости переменных  $p$ ,  $v$ ,  $T$
2. Общее уравнение энтальпии в теплосиловых установках
3. Теплоёмкость.

**Вариант 2.**

1. Уравнение теплоёмкости
2. Тепломассообмен
3. Расчёт дифференциальных уравнений теплоты и энтальпии

**Вариант 3.**

1. Уравнение тепломассообмена
2. Энтальпия и теплота. Общие сведения
3. Эффективность тепловой установки

***Результаты второго модуля - 5 баллов.***

**Критерии оценки:**

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 5 баллов,
- Оценка «хорошо» - 4 баллов,
- Оценка «удовлетворительно» - 3 балла.
- Оценка «неудовлетворительно» - менее 3 баллов.

4. Контрольная работа № 3 по темам:

- Тема 8. Установки прямого преобразования теплоты в работу
- Тема 9. Термодинамика потока
- Тема 10. Стационарная и нестационарная теплопроводность

**Вариант 1.**

1. Общие сведения о бинарных циклах
2. Принцип построения бинарного цикла
3. Ядерная энергетическая установка

**Вариант 2.**

1. Цикл ядерной установки
2. Эффективность газотурбинной установки
3. Цикл газотурбинной установки

### **Вариант 3.**

1. Принцип построения ядерного энергетического цикла
2. Эффективность бинарного цикла
3. Общее уравнение цикла газотурбинного цикла

### **Результаты первого модуля- 5 баллов.**

#### **Критерии оценки:**

•Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 5 баллов,

- Оценка «хорошо» - 4 баллов,
- Оценка «удовлетворительно» - 3 балла.
- Оценка «неудовлетворительно» - менее 3 баллов.

5. Контрольная работа № 5 по темам:

- Тема 11. Конвективный тепло-и массообмен
- Тема 12. Радиационный теплообмен
- Тема 13. Теплообменные аппараты

### **Вариант 1.**

1. Методы комбинированных циклов
2. Анализ циклов двигателей внутреннего сгорания
3. Основное уравнение комбинированного цикла

### **Вариант 2.**

1. Анализ комбинированных циклов
2. Методы эффективности циклов двигателей внутреннего сгорания
3. Построение комбинированного цикла

### **Вариант 3.**

1. Эффективность комбинированных циклов
2. Принцип действия двигателей внутреннего сгорания
3. Уравнение цикла двигателя внутреннего сгорания

### **Результаты второго модуля- 5 баллов.**

#### **Критерии оценки:**

•Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 5 баллов,

- Оценка «хорошо» - 4 баллов,
- Оценка «удовлетворительно» - 3 балла.
- Оценка «неудовлетворительно» - менее 3 баллов.

### **II. Темы рефератов, задания для выполнения самостоятельных работ:**

1. «Происхождение определения внутренней энергии»
2. «Уравнение энтропии в общем»
3. «Политропный процесс изменения состояния газов»
4. «Энтропия в энергетических установках»

5. «Виды термических КПД»
6. «Дросселирование паров и газов»
7. «Эффективность теплосиловых установок и её применение в практике»
8. «Основные показатели цикла двигателя внутреннего сгорания»
9. «Устройство и принцип действия теплового насоса»
10. «Основы теории подобия»
11. «Методика расчета теплообменных аппаратов»
12. «Схемы включения теплоносителей рекуперативных теплообменников»

### **Критерии оценивания:**

За каждый реферат студент может получить до 2 баллов.

Структура реферата:

- 1) титульный лист;
- 2) план работы с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- 3) введение;
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;
- 5) заключение;
- 6) список использованной литературы;
- 7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата).

Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание.

Реферат оценивается по следующим критериям:

- степень раскрытия темы;
- соблюдение требований к оформлению;
- грамотность;
- соответствие выбора источников поставленному вопросу.

### **III. Темы лабораторных работ:**

1. «Уравнение состояния идеального газа»
2. «Индикаторная диаграмма и идеальный цикл ДВС при различных условиях подвода теплоты»
3. «Схема и цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты. Регенерация тепла в ГТУ»
4. «Процессы парообразования PV – TS термодинамических диаграмм»
5. «Влияние изменения давления и температуры водяного пара в турбине на термодинамическую эффективность ПСУ»

### **Критерии оценивания:**

За каждую лабораторную работу студент может набрать до 2 баллов.

#### **Критерии оценки "отлично":**

- правильно определил цель работы;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;

- самостоятельно и рационально выбрал и подготовил необходимое оборудование, всю работу провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;

- научно грамотно, логично описал наблюдения и сформулировал выводы.

- в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы.

**Критерии оценки "хорошо"** соответствуют требованиям к оценке "отлично", но имеет место нарушения:

- работу проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или в описании наблюдений из опыта допустил неточности, выводы сделал неполные.

**Критерии оценки "удовлетворительно":**

- правильно определил цель работы;

- работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы;

- работа проводилась в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью или в отчёте были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения;

- допускает грубую ошибку в ходе работы (в объяснении, в оформлении работы), которая исправляется по требованию преподавателя.

**Критерии оценки "неудовлетворительно":**

- выполнил работу не полностью, не подготовил нужное оборудование и объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

- опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно или в ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке "удовлетворительно";

- допускает две (и более) грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.

#### **IV. Темы практических работ:**

1. Расчет количества теплоты, изменение внутренней энергии, внешней работы, энтальпии термодинамической системы.

2. Расчет газовых смесей. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы идеального газа.

3. Изображение термодинамических процессов в тепловой диаграмме.

4. Схема паротурбинной установки.

5. Построение цикла Ренкина в тепловой диаграмме.

6. Цикл ПТУ со вторичным перегревом пара. Цикл ПТУ с регенеративным подогревом питательной воды.

7. Принцип действия магнитно- гидродинамического генератора

8. Сопло Лаваля.

9. Теплопроводность в плоской и цилиндрической одно- и многослойной стенке.
10. Критерии теплового подобия, их физическая сущность и формы связи между ними.
11. Расчет теплообмена излучением в камерах горения.
12. Эксергетический анализ теплообменных аппаратов.

За каждую практическую работу студент может заработать до 1 баллов, которые выставляются исходя из следующих требований:

Ход работы:

- изучить теоретический материал;
- выполнить задания;
- описать ход выполнения заданий;
- ответить на контрольные вопросы.

Выполнение практических занятий должно быть оформлено соответствующим образом и включать в себя:

- номер и тему занятия;
- заполненные таблицы;
- схемы и структуры;
- необходимые выводы;
- краткие ответы на контрольные вопросы.

**Критерии оценки работы студентов на практическом занятии:**

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок, правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета, а также если ответ студента удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку 5, но дан без использования собственного плана, новых примеров, без применения знаний в новой ситуации, без использования связей с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным при изучении других дисциплин; студент допустил одну ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки: правильно понимает сущность вопроса, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса дисциплины, не препятствующие дальнейшему усвоению материала; допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы и допустил больше ошибок и недочетов, чем необходимо для оценки 3; не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

**V. Задание на курсовую работу:**

**Титульный лист:**

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ**

**по дисциплине**

**«Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и  
теплообмен)»**

**по теме:**

**Расчет характеристик термодинамической эффективности  
паросиловой установки**

Студента \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Рассчитать характеристики термодинамической эффективности цикла паросиловой установки при следующих начальных параметрах состояния пара:

Начальное давление пара  $P_1$  \_\_\_\_\_, МПа

Начальная температура пара  $t_1$  \_\_\_\_\_, °С

Давление пара при отборе пара после  
части турбины высокого давления  $P_0$  \_\_\_\_\_, МПа

Конечное давление пара  $P_2$  \_\_\_\_\_, МПа

Сделать сравнительный анализ рассчитанных характеристик термодинамической эффективности цикла паросиловой установки при изменении начальных параметров состояния пара

- При повышении начального давления пара  $P_1$  \_\_\_\_\_, МПа без изменения начальной температуры и конечного давления пара
- При повышении начальной температуры  $t_1$  \_\_\_\_\_, °С без изменения значений начального и конечного давления пара.
- При снижении конечного давления пара  $P_2$ , \_\_\_\_\_, МПа без изменения начальной температуры и начального давления пара.

При данных изменениях давление пара при отборе пара после части турбины высокого давления остается неизменным.

Варианты заданий выбираются в соответствии с порядковым номером фамилии студента в журнале успеваемости (в соответствии с таблицей № 1) и таблицей № 2 «Исходные данные для расчета курсовой работы».

Дата выдачи «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

Срок окончания «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

**Таблица № 1 «Таблица выбора варианта задания курсовой работы»**

| Порядковый номер студента по списку | Ф.И.О. студентов | № зачетной книжки студента | № варианта задания курсовой работы |
|-------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1                                   |                  |                            | 24                                 |
| 2                                   |                  |                            | 2                                  |
| 3                                   |                  |                            | 10                                 |
| 4                                   |                  |                            | 15                                 |
| 5                                   |                  |                            | 3                                  |
| 6                                   |                  |                            | 4                                  |
| 7                                   |                  |                            | 7                                  |
| 8                                   |                  |                            | 8                                  |
| 9                                   |                  |                            | 6                                  |
| 10                                  |                  |                            | 11                                 |
| 11                                  |                  |                            | 29                                 |
| 12                                  |                  |                            | 12                                 |
| 13                                  |                  |                            | 1                                  |
| 14                                  |                  |                            | 5                                  |
| 15                                  |                  |                            | 9                                  |
| 16                                  |                  |                            | 13                                 |
| 17                                  |                  |                            | 14                                 |
| 18                                  |                  |                            | 16                                 |
| 19                                  |                  |                            | 21                                 |
| 20                                  |                  |                            | 19                                 |
| 21                                  |                  |                            | 23                                 |
| 22                                  |                  |                            | 17                                 |
| 23                                  |                  |                            | 22                                 |
| 24                                  |                  |                            | 20                                 |
| 25                                  |                  |                            | 18                                 |

**Таблица № 2 «Исходные данные курсовой работы»**

| Показатели                                                                                                  | Номер варианта задания курсовой работы |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
|                                                                                                             | 1                                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17    | 18    | 19   | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27   | 28   | 29   |
| Начальное давление $P_1$ , Мпа                                                                              | 1,0                                    | 1,5  | 2,0  | 3,0  | 4,2  | 2,9  | 3,0  | 5,2  | 1,5  | 2,5  | 2,0  | 0,5  | 0,7  | 0,6  | 0,7  | 1,3  | 1,8   | 2,0   | 1,2  | 1,6   | 2,5   | 3,0   | 4,0   | 2,9   | 3,5   | 5,0   | 1,5  | 2,0  | 2,7  |
| Начальная температура $t$ , 0С                                                                              | 300                                    | 300  | 370  | 300  | 350  | 300  | 350  | 400  | 300  | 350  | 370  | 220  | 300  | 220  | 200  | 300  | 350   | 370   | 300  | 350   | 370   | 375   | 350   | 320   | 390   | 400   | 320  | 350  | 370  |
| Давление пара при отборе $P_0$ , Мпа                                                                        | 0,2                                    | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,25 | 0,3  | 0,25 | 0,2  | 0,2   | 0,25  | 0,2  | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| Конечное давление $P_2$ , Мпа                                                                               | 0,1                                    | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1   | 0,1   | 0,1  | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| Данные для анализа влияния начальных и конечных параметров рабочего тела на термодинамическую эффективность |                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |
| Начальное давление $P_1'$ , МПа                                                                             | 1,5                                    | 2    | 3    | 3,5  | 4,5  | 3,5  | 4    | 5,5  | 2,5  | 3,5  | 3    | 1    | 1,5  | 1    | 1,5  | 1,5  | 2     | 3     | 1,5  | 2     | 3     | 3,5   | 4,5   | 3,5   | 4     | 5,5   | 2    | 2,5  | 3    |
| Начальная температура, $t$ , ' 0С                                                                           | 320                                    | 370  | 400  | 350  | 370  | 350  | 400  | 350  | 350  | 400  | 400  | 250  | 350  | 250  | 250  | 350  | 370   | 400   | 320  | 370   | 400   | 400   | 400   | 350   | 400   | 450   | 350  | 400  | 400  |
| Конечное давление $P_2'$ , МПа                                                                              | 0,02                                   | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,008 | 0,008 | 0,01 | 0,008 | 0,007 | 0,006 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |

**Объем и содержание курсовой работы «Расчет характеристик термодинамической эффективности циклов паросиловых установок»:**

- расчетно-пояснительная записка на 20-25 листах формата А4;
- приложение на листах миллиметровой бумаги с построением циклов Ренкина;
- калька формата А4 с выкопировкой процессов расширения водяного пара с I-S диаграммы;

Расчетно-пояснительной записки должна содержать следующие разделы:

Введение.

- Первое начало термодинамики.
- Второе начало термодинамики.
- Примеры преобразования одного вида энергии в другой вид энергии.

**I. Общий раздел:**

- Теоретическая характеристика циклов паросиловой установки.
- Описание работы цикла.
- Графическое изображение цикла в термодинамической системе координат.
- Пути повышения эффективности работы паросиловых установок.

1. В расчетно-технологическом разделе производится анализ процессов расширения:

- основного теоретического водяного пара в турбине;
- цикла расширения водяного пара в турбине с повышением начального давления;
- цикла расширения водяного пара в турбине с повышением начальной температуры;
- цикла расширения водяного пара в турбине при снижении конечного давления

Анализ проводится по следующей схеме:

- Представляется процесс расширения водяного пара в турбине на I-S диаграмме
- Производится анализ влияния параметров водяного пара цикла на характеристики термодинамической эффективности паросиловой установки.
- Представляется построение цикла Ренкина в T-S термодинамических координатах на миллиметровой бумаге.

Для оценки курсовых работ используется следующая схема рейтингового расчета:

| Раздел                                 | Критерии                                       | Рейтинговая оценка |
|----------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|
| 1. Самостоятельность выполнения работы | Работа написана самостоятельно                 | 4                  |
|                                        | Работа носит частично самостоятельный характер | 3                  |
|                                        | Работа носит не самостоятельный характер       | 2                  |
| 2. Содержание работы                   | Полностью соответствует выбранной теме         | 4                  |
|                                        | Частично соответствует выбранной теме          | 3                  |
|                                        | Не соответствует теме                          | 2                  |

|                                                                                                   |                                     |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 3. Наличие собственных выводов, рекомендаций и предложений, собственной позиции и ее аргументации | Да                                  | 4 |
|                                                                                                   | Нет                                 | 3 |
| 4. Оформление работы                                                                              | Соответствует полностью требованиям | 4 |
|                                                                                                   | Соответствует частично требованиям  | 3 |
|                                                                                                   | Не соответствует требованиям        | 2 |
| 5. Оценка на защите                                                                               | Владеет материалом                  | 4 |
|                                                                                                   | Частично владеет материалом         | 3 |
|                                                                                                   | Не владеет материалом               | 2 |

#### **VI. Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Рабочие тела. Параметры состояния.
2. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.
3. Теплоемкость. Уравнение Майера.
4. Газовые смеси.
5. Второй закон термодинамики. Энтропия тела. Энтропия системы.
6. Термодинамические системы. Понятие о равновесии. Условия равновесия изолированной системы.
7. Условия равновесия в изолированной однородной системе.
8. Условия фазового равновесия.
9. Фазовые переходы. Правило Гиббса.
10. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса.
11. Опыт Эндрюса. Критическая точка.
12. Термические и калорические свойства твердых тел и жидкостей.
13. Термические и калорические свойства реальных газов.
14. Водяной пар. Основные понятия и определения.
15. Определение основных параметров водяного пара.
16. Диаграммы водяного пара.
17. Основные термодинамические процессы для водяного пара.
18. Уравнение 1-го закона термодинамики для потока.
19. Истечение газов и паров.
20. Дросселирование и нагнетание газов и паров.
21. Методы анализа эффективности циклов ТСУ.
22. Классификация циклов ТСУ, термический и «внутренний» КПД цикла.
23. Циклы Отто и Дизеля.
24. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении.
25. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном объеме.
26. Регенеративный цикл ГТУ.
27. Циклы ПСУ: Карно и Ренкина.
28. Цикл ПСУ с промежуточным перегревом пара.
29. Регенеративный цикл ПСУ.
30. Теплофикационные циклы.

### **Критерии оценивания:**

**Студент может быть освобожден от сдачи экзамена и ему выставляется соответствующая оценка, если по итогам модульных контролей, написания рефератов и защиты практических и лабораторных работ, он набирает:**

- на оценку «отлично» - от 90 до 100 баллов;
- на оценку «хорошо» - от 75 до 89 баллов;
- на оценку «удовлетворительно» - от 50 до 74 баллов.

**Студент допускается к сдаче экзамена, если он набрал более 50 баллов суммарно за модульные контроли, написание рефератов и защиту лабораторных и практических работ.**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он ответил на три теоретических вопроса.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он ответил на два из трех теоретических вопроса.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он ответил на один из трех теоретических вопроса.

## **VI. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### ***Основная литература***

1. Кудинов В.Л. Техническая термодинамик: учеб. пособие для вузов /В. Л. Кудинов. Э. М. Карташов. - 4-е изд. -М.: Высш. шк.. 2005.
2. Ривкин С. Л. термодинамические свойства воды и водяного пара: справочник/ С. Л. Ривкин. А. А. Александров. -2-е изд., перераб. и доп.-М.: Энергоатомиздат. 1984.
3. Михеев. М. А. Основы теплопередачи: [учеб. пособие] / М. А. Михеев, И. М. Михеева. - Минск: Высш. шк. А, 2010.
4. Ляшков. В. И. Теоретические основы теплотехники: учеб, пособие для вузов по спец. "Энергообеспечение предприятия" направления подгот. "Теплотехника" / В. И. Ляшков. - М.: Высш. шк.. 2008.

### ***Дополнительная литература***

1. Алабовский А.11. Техническая термодинамика и теплопередача: учеб. Пособие для технолог. спец, вузов- Киев: Выща шк... 1990.
2. Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике: учеб. Пособие для техникумов/ О. М. Рабинович, - 5-е изд. перераб. - М.: Машиностроение, 1973.
3. Кириллин В.А. Техническая термодинамика/ В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А Л.: Шнсндлшг-4-е изд.-М.: Энергоатомиздат. 1983.
4. Кушнырев В.И. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для вузов по спец. «Теплогазоснабжение и вентиляция»/ В. И. Кушнырев. В. И. Лебедев, В. А. Павленко.-М.: Стройиздат. 1986.
5. Ерохин, В. Г. Основы термодинамики и теплотехники: учебник для хим.- мех. спец, сред. спец. учеб, заведений / В. Г. Ерохин. М. Г. Махаилко. - 2-е изд. - М.: ЛИБРОКОМ. 2009.