

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.Б.16  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы гидравлики и термодинамики**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
**15.03.01 Машиностроение**

направленность (профиль)

**Современные технологические процессы изготовления деталей в машиностроении**

Форма обучения: заочная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	3	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	<b>4</b>
Лабораторные	4	<b>4</b>
Практические	0	<b>0</b>
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	0	<b>0</b>
Промежуточная аттестация	0,25	<b>0,25</b>
Контактная работа	8,25	<b>8,25</b>
Самостоятельная работа	60	<b>60</b>
Контроль	3,75	<b>3,75</b>
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.т.н., Смоленский В.В.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки

15.03.01 Машиностроение

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2025 г.**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*(подпись)*

В.В. Ельцов

---

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Энергетические машины и системы управления»

---

(протокол заседания № 1 от «01» сентября 2020 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель – формирование у студентов представления о физических состояниях жидкостей и газов при равновесном и подвижном состояниях, а также основ преобразования энергии, законов термодинамики, термодинамических процессов и циклов, для решения прикладных инженерных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика», «Механика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Пайка материалов, Теория сварочных процессов, Основы научных исследований.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные закономерности равновесного и подвижного состояния жидкостей и газов, являющихся базой для способности к конструктивной деятельности;</li><li>– основные законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы для профессиональной деятельности.</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– рассчитать влияние силы давления жидкостей и газов на различные поверхности; произвести измерения гидравлических параметров при равновесном и подвижном состояниях;</li><li>– использовать физико-математический аппарат для решения проблем термодинамики и тепломассообмена, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</li><li>– понимать сущность процессов, происходящих при движении жидкости и газа в различных инженерных устройствах.</li><li>– составить уравнение баланса энергетических и геометрических параметров в условиях равновесия и движения жидкостей и газов;</li><li>– рассчитать потери давления при подаче жидкостей в любой гидравлической системе;</li><li>– произвести гидравлический расчет трубопроводов подачи жидкостей.</li><li>– применять математические методы при решении профессиональных задач.</li><li>– пользоваться справочной литературой по направлению своей</li></ul>

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета гидродинамических и газодинамических процессов при конструировании и совершенствовании работы объектов профессиональной деятельности.</li> <li>– основами экспериментального исследования гидродинамических и газодинамических процессов;</li> <li>– способами, процедурами и процессами моделирования гидро-газодинамических явлений;</li> <li>– методами математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования в термодинамике и тепломассообмене</li> <li>– навыками определения величин, характеризующих теплофизические свойства термодинамического рабочего тела</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
<b>Модуль 1 «Основы гидравлики»</b>	Лек	Введение. РАЗДЕЛ 1: 1. Основные понятия и определения. Основные физические свойства жидкостей и газов; 2. Закономерности гидростатики. Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. 3. Дифференциальные уравнения гидростатики. Поверхности уровня. Равновесия жидкости в поле земного тяготения. Закон Паскаля. 4. Давление жидкости на различные геометрические поверхности. Эпюры давлений. Закон Архимеда. 5. Равновесие газов. Основные уравнения и поверхность уровня. 6. Основные понятия кинематики жидкости: расход, мгновенная и средняя скорость, линия тока, труба тока. Уравнение неразрывности. Особенности турбулентного и ламинарного течения жидкости. Число Рейнольдса	3	2	4	–	Тест. Вопросы к зачету.
	Лаб	Опытная демонстрация уравнения Бернулли. Измерение параметров входящих в уравнение Д. Бернулли	3	1	20	–	Лабораторная работа №1.
	Лаб	Физические характеристики гидравлических сопротивлений. Расчет трубопроводов.	3	1	20	–	Лабораторная работа №2.
	Ср	Расчет задач. Самостоятельное изучение материала по электронному учебнику. ТЕМЫ: – Закономерности гидростатики. Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. – Дифференциальные уравнения гидростатики. Поверхности уровня. Равновесия жидкости в поле земного тяготения. Закон Паскаля. – методики расчёта влияния силы давления жидкостей и газов на различные	3	30	6	–	Реферат по результатам самостоятельного изучения материала Вопросы к зачету

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		поверхности; – измерения гидравлических параметров при равновесном и подвижном состояниях; сущность процессов, происходящих при движении жидкости и газа в различных инженерных устройствах.					
<b>Модуль 2 «Основы термодинамики»</b>	Лек	<p>РАЗДЕЛ 2: Основы термодинамики. ТЕМЫ:</p> <p>Законы термодинамики. Уравнение состояния идеального газа. Физический смысл газовой постоянной.</p> <p>Теплоемкость газов, их зависимость от характера процесса и состояния газа.</p> <p>Смеси идеальных газов. Закон Дальтона. Способы задания газовой смеси. Парциальное давление газов.</p> <p>Влажность воздуха. Глоссарий. Влагосодержание. Средства и методы контроля влажного воздуха.</p> <p>Газовые процессы. Исследования процессов, их основные законы в диаграммах <math>p-v</math> и <math>T-S</math>, определение величины работы и теплоты в процессах.</p> <p>Свойства реальных рабочих тел. Глоссарий. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и диаграмм. Влажный воздух.</p> <p>Второй закон термодинамики. Прямой и обратный цикл Карно. Принципы эксергического анализа.</p> <p>Термодинамика потоков. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Сопла и диффузоры. Понятие об эффекте Джоуля-Томсона.</p> <p>Компрессия газов и паров. Работа затрачиваемая на привод одноступенчатого поршневого</p>	3	2	4	–	Тест Вопросы к зачету

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		компрессора. Многоступенчатое сжатие. Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина. Схема и изображение цикла в координатах. Работа турбины. Вторичный перегрев пара. Регенеративные циклы.					
	Лаб	Исследование процессов и циклов тепловых машин	3	1	20	–	Лабораторная работа №3.
	Лаб	Определение коэффициента теплопроводности металлов. Определение коэффициента теплоотдачи в условии свободной конвекции	3	1	20	–	Лабораторная работа №4.
	СР	Расчет задач. Самостоятельное изучение материала по электронному учебнику. ТЕМЫ: – Утверждение Кельвина–Планка; – Энтропия и её анализ; – методические основы анализа эффективности термодинамических циклов и пути их совершенствования, расчет состояния рабочих тел, способы повышения эффективности теплообменных аппаратов; – Область применения регулирования объемом; – Политропные процессы; – Идеальные газовые смеси; – Обобщенные диаграммы для энтальпии, энтропии и летучести; – Многокомпонентные Системы; – Химический Потенциал; – Равновесие реакции горения; – Энергетическая эффективность.	3	30	6	–	Реферат по результатам самостоятельного изучения материала Вопросы к зачету
	ПА	Промежуточная аттестация. Зачет.	3	0,25	100	–	Тест
	Контроль	Контроль за освоение компетенций	3	3,75	-	–	
<b>Итого:</b>				<b>72</b>	200		

### Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Результат итогового теста и все делится на 2

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Основы гидравлики и термодинамики» используются следующие образовательные технологии:

Технология традиционного обучения – организация учебного процесса, основанная на лекционно–семинарско-зачетной формах обучения: лекция; лабораторная работа; самостоятельная работа. Используемые методы обучения: наглядные, словесные, практические(лабораторные);

Интерактивные технологии – способы активации деятельности субъектов в процессе взаимодействия (обучение в процессе общения). Форма обучения: проблемная лекция; лекция беседа; проблемный семинар. Используемые методы обучения: презентационный и демонстрационный метод, работа в парах или группах.

Дистанционное обучение: Сетевая технология – изучение курса (учебной дисциплины) посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети интернет.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Занятия по дисциплине «Основы гидравлики и термодинамики» для студентов вузов проводятся в соответствии с учебным планом. Аудиторная работа студентов под руководством преподавателей осуществляется в соответствии с расписанием в рамках лекций и лабораторных занятий. В самостоятельную работу студентов входит более глубокое изучение теоретического материала при помощи электронных учебников и виртуальных лабораторных работ.



## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Курс	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-1.	Тестовые задания №1-500 Вопросы к зачету №1-66 Лабораторная работа №1-8

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Комплект лабораторных заданий

**Лабораторная работа №1** «Опытная демонстрация уравнения Бернулли. Измерение параметров, входящих в уравнение Д. Бернулли.»

##### **Форма отчета по лабораторной работе №1**

Отчет должен содержать:

- 1.Цель и задачи работы;
- 2.Описание лабораторной установки;
3. Формы записи уравнения Д.Бернулли и расшифровка их параметров. Теоретические формулы определения гидродинамических параметров движущейся потока жидкости в трубопроводе;
- 4.Результаты измерений и расчетов в табличной форме;
5. Построение зависимости геометрического, пьезометрического и скоростного напоров от изменения расчетных сечений в экспериментальной трубке Вентури в графическом виде;
- 6.Общие выводы

**Лабораторная работа №2** «Физические характеристики гидравлических сопротивлений. Расчет трубопроводов»

##### **Форма отчета по лабораторной работе №2**

Отчет должен содержать:

- 1.Цель и задачи работы;
- 2.Описание лабораторной установки;
3. Обоснования теоретических и эмпирических формул по определению потерь напора и коэффициента гидравлического трения по длине стальных трубопроводов;
- 4.Результаты измерений и расчетов в табличной форме;
5. Построение зависимости потерь напора от средней скорости в графическом виде;
6. Построение зависимости коэффициента гидравлического трения экспериментальной трубы от числа Рейнольдса в графическом виде;
- 6.Общие выводы.

**Лабораторная работа №3** «Виды переноса теплоты. Сложный теплообмен. Градиент температуры. Градуировка технических термомпар»

##### **Форма отчета по лабораторной работе №3**

Отчет должен содержать:

1. Цель и задачи работы;
2. Описание лабораторной установки;
3. Обоснование теоретических и эмпирических формул по определению параметров сложного теплообмена;
4. Результаты измерений и расчетов в табличной форме;
5. Построение зависимости градуировки технических термометров в графическом виде;
6. Общие выводы.

#### **Лабораторная работа №4 «Исследование процессов и циклов тепловых машин»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №4**

Отчет должен содержать:

1. Цель и задачи работы;
2. Описание лабораторной установки;
3. Обоснование теоретических и эмпирических формул по определению параметров процессов и циклов тепловых машин;
4. Результаты измерений и расчетов в табличной форме;
5. Построение зависимости теплопроводности в графическом виде;
6. Общие выводы.

#### **Критерии оценки лабораторных работ №1-4:**

Максимальное количество баллов – 20.

Оформление отчета со всеми расчетами согласно требованиям - 10 баллов;

Защита работы - 10 баллов.

Не зачтено: студент не выполнил лабораторную работу. Количество баллов – 0

## 7.2.2 Форма отчета по лабораторной работе №3 «Определение коэффициента теплопроводности металлов»

### 2. Схема лабораторной установки

Установка для экспериментального определения коэффициента теплопроводности (рис.6.1) состоит из медного стержня 1 длиной 300 мм и диаметром  $d = 15$  мм.

Стержень нагревается с одного конца электронагревателем 2 и охлаждается с другой стороны потоком воды, что обеспечивает прохождение теплового потока вдоль стержня. Расход охлаждающей воды регулируется вентилем 3.

Измерение температур в различных точках стержня по ходу теплового потока осуществляется пятью зачехленными в него хромель-копелевыми термопарами 4, отстоящими друг от друга на расстояние  $l = 50$  мм. Таким образом, термопары условно разделяют стержень по длине на 4 рабочих участка, каждый длиной 50 мм.

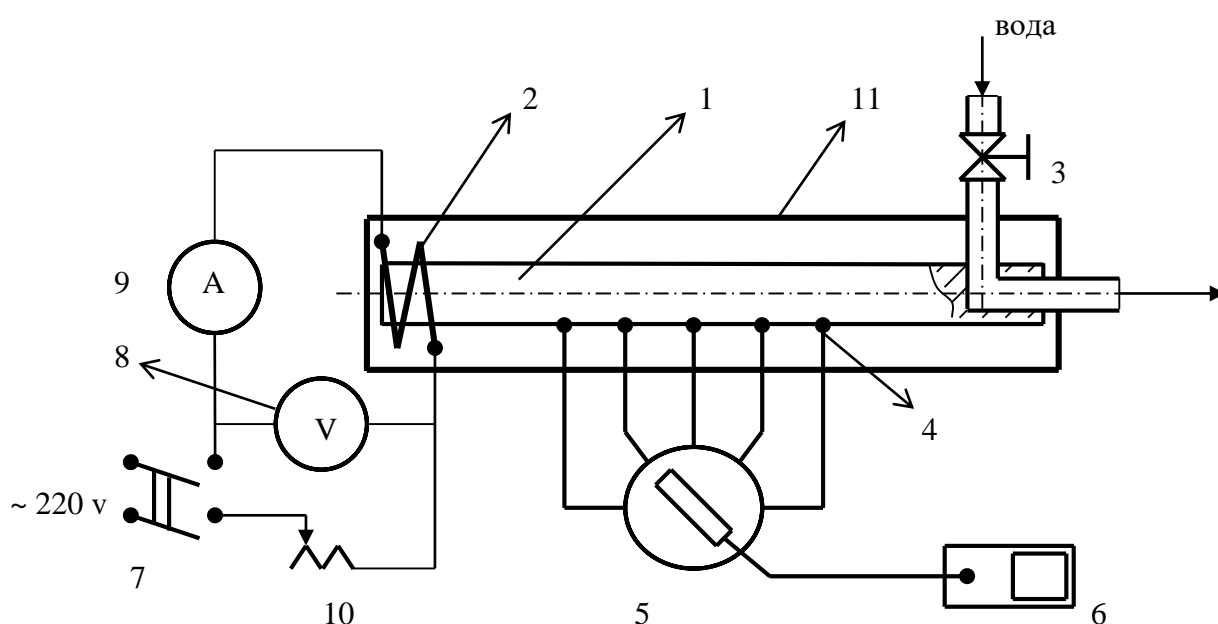


Рис. 6.1. Схема установки

Переключатель термопар 5 позволяет поочередно подключать к милливольтметру 6 все пять термопар.

Напряжение на установку подаётся с помощью выключателя 7. Для определения мощности, идущей на создание теплового потока, замеряется напряжение вольтметром 8 и сила тока – амперметром 9, регулировка которых осуществляется автотрансформатором 10.

Для снижения потерь тепла в окружающую среду и предотвращения искажения поля температур в стержне за счет естественной конвекции и излучения исследуемый стержень помещён в защитную трубу-кожух 11 и отделён от нее воздушным промежутком.

### 3. Порядок выполнения работы

1. По результатам подготовки к лабораторной работе привести в отчёте ответы на контрольные вопросы.
2. Ознакомиться на стенде с устройством и работой лабораторной установки.
3. Открытием вентилем 3 установить небольшой расход охлаждающей воды.
4. Включить в сеть нагреватель 2 и установить автотрансформатором 10 силу тока по указанию преподавателя. Записать в таблицу отчёта значения напряжения  $V$  и силы тока  $I$ .

5. Через 5 минут с момента включения нагревателя проверить действие термопар. Для этого последовательно через переключатель 5 для каждой термопары определить по милливольтметру 6 термоЭДС в  $mB$  и записать в таблицу отчёта:

№  термопары по переключател  ю	ТермоЭДС в мВ  в указ. момент времени (мин)						Стационарный режим		
	5	25	30	35			ТермоЭД  С  мВ	Температура, °C	
								в  точке  $t_i$	Средняя  на участке  $t_{cp.j}$
1								$t_1 =$	
2								$t_2 =$	
3								$t_3 =$	
4								$t_4 =$	
5								$t_5 =$	
Напряжение, V, В									
Сила тока, I, А									

6. Убедившись, что все термопары работают, приступить к дальнейшим замерам, спустя 20  $мин$ .

7. Далее через каждые 5 минут последовательно для каждой термопары определять по милливольтметру и записывать в таблицу отчёта термоЭДС до достижения стационарного режима (постоянство показаний каждой термопары).

8. После окончания замеров установку отключить от электросети.

#### 4. Обработка опытных данных

1. По полученным значениям термоЭДС термопар для стационарного режима, используя тарировочный график для хромель-копелевой термопары, помещённый на лабораторном стенде, определяются температуры контрольных точек стержня и записываются в таблицу отчёта.

2. Вычисляется мощность теплового потока:

$$Q = W = I \times V, \text{ Вт} \quad (6.3)$$

3. Определяется площадь поперечного сечения стержня:

$$F = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (6.4)$$

4. Для каждого участка стержня рассчитываются и записываются в таблицу отчёта:

4.1. Средняя температура:

$$t_{cpj} = \frac{t_i + t_{i+1}}{2}, \text{ }^{\circ}C \quad (6.5)$$

4.2. Градиент температуры:

$$\text{grad } t_j = \frac{t_{i+1} - t_i}{l}, \text{ } ^\circ\text{C} / \text{м} \quad (6.6)$$

4.3. Коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_j = - \frac{Q}{F \cdot \text{grad } t_j}, \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{град}) \quad (6.7)$$

5. Строится график зависимости коэффициента теплопроводности меди от температуры по величинам  $\lambda_j$  и  $t_{срj}$ .

6. Используя табличное значение коэффициента теплопроводности меди при температуре  $100^\circ\text{C}$  ( $\lambda_{100}^m = \sim 380 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{град})$ ), определяется погрешность эксперимента при той же температуре:

$$\delta_{100} = \frac{\lambda_{100} - \lambda_{100}^m}{\lambda_{100}^m} \times 100, \% \quad (6.8)$$

7. По результатам работы оформляется отчёт.

## 5. Содержание отчёта

В отчёте приводятся:

1. Цель работы.
2. Схема установки и её составные части.
3. Ответы на приведенные ниже контрольные вопросы.
4. Полученные результаты работы с необходимыми расчётами.
5. График зависимости коэффициента теплопроводности меди от температуры.

### 7.2.3. Комплект заданий для решения в рамках самостоятельной работы.

**Задача 1.** В баллоне находится сжатый воздух под избыточным давлением  $p_1 = 2,94 \text{ МПа}$ , Определить отношение абсолютных давлений, если давление окружающей среды  $742 \text{ мм рт. ст}$  при температуре  $293^\circ\text{K}$

**Задача 2.** Разряжение в конденсаторе паровой турбины составляет  $P_{\text{вак}} = 0,95 \text{ бар}$  при атмосферном давлении  $B_o = 745 \text{ мм рт. ст.}$  Определить абсолютное давление в конденсаторе.

**Задача 3.** Давление по манометру в паровом котле составляет  $9 \text{ атм.}$  Какое абсолютное давление в котле?

*Примечание.* При больших значениях избыточного давления (выше  $3\text{-}5 \text{ атм.}$ ) барометрическое давление, если оно не задано, можно принять ( так обычно поступают) равным  $1 \text{ атм.}$

**Задача 4.** Найти плотность  $\rho_n$  и удельный объем  $\nu_n$  углекислого газа  $\text{CO}_2$  при нормальных физических условиях ( $p = 760 \text{ мм рт. ст.}, t = 0^\circ\text{C}$ ).

**Задача 5.** Идеальный газ объемом  $273 \text{ м}^3$  нагревают при постоянном давлении от  $546$  до  $547^\circ\text{K}$ . Определить приращение объема.

**Задача 6.** Для обеспечения процесса горения в топку котла вентилятором подается воздух в объеме  $5 \text{ м}^3/\text{с}$  при нормальных физических условиях. Атмосферный воздух имеет температуру  $298^\circ\text{K}$  и абсолютное давление  $0,0958 \text{ МПа}$ . На какой объем засасываемого воздуха должен быть рассчитан вентилятор, чтобы он мог обеспечить работу котла?

**Задача 7.** Смесь состоит из 5 кг газа  $\text{CO}_2$  и 3 кг газа  $\text{O}_2$ . Определить относительный массовый состав, процентный массовый состав смеси и молекулярную массу смеси по объемному составу.

**Задача 8.** Атмосферный воздух по объемному составу имеет:  $r_{\text{N}_2} = 0,79$  и  $r_{\text{O}_2} = 0,21$ . Определить для воздуха, как для смеси, кажущуюся молекулярную массу, газовую постоянную, плотность и удельный объем при нормальных физических условиях, а также массовые доли составляющих газов.

**Задача 9.** Газовая смесь, состоящая из двух компонентов (кислорода и углекислого газа), имеет относительный объемный состав:  $r_{\text{CO}_2} = 0,6$ ,

$r_{\text{O}_2} = 0,4$ . Смесь находится в емкости объемом  $V = 6 \text{ м}^3$  и избыточным давлением  $p_{\text{изб}} = 4 \text{ бар}$  и температуре  $t = 300^\circ \text{C}$ . Определить массу газовой смеси.

**Задача 15.** Определить массовую теплоемкость азота ( $\text{N}_2$ ) при  $p = \text{const}$  объемную теплоемкость удельного газа ( $\text{CO}_2$ ) при  $v = \text{const}$ , считая теплоемкость величиной постоянной.

**Задача 22.** Определить среднюю массовую теплоемкость углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) при постоянно давлении в интервале температур от 0 до  $1000^\circ \text{C}$  (нелинейная зависимость теплоемкости от температуры).

**Задача 37.** Воздух объемом  $30 \text{ м}^3$ , взятый при нормальных физических условиях, охлаждается от  $500$  до  $100^\circ \text{C}$ . Найти отнятое количество тепла, если процесс охлаждения приходит при постоянном объеме. Принять для объема теплоемкости нелинейную зависимость  $c_v^1 = f(t)$ .

**Задача 43.** На сжатие 3 кг метана затрачено 800 кДж работы, при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 595 кДж. Определить количество тепла и указать, подводится или отводится; определите изменение температуры и энтальпии, если мольная теплоемкость метана при постоянном объеме равна  $26,48 \text{ кДж/(кмоль град)}$ .

**Задача 54.** В калориметрической бомбе емкостью  $300 \text{ см}^3$ , заполненной кислородом при давлении  $2,5 \text{ МПа}$  и температуре  $293^\circ \text{K}$ , сгорает 0,3 г топлива, имеющего теплопроводную способность  $25100 \text{ кДж/кг}$ . Определить повышение давления и температуру в конце сгорания, пренебрегая теплоотдачей к стенкам бомбы.

**Задача 82.** Определить количество тепла, полученное водородом в баллоне емкостью 40 л, изменением его температуры, внутренней энергии и энтальпии, если избыточное давление в результате нагревания баллона повысилась с  $12 \text{ МПа}$  до  $13,2 \text{ МПа}$ . Барометрическое давление  $745 \text{ мм рт. ст.}$ , начальная температура  $T_1 = 273^\circ \text{K}$ , теплоемкость водорода  $c_p = 14,33 \text{ кДж/(кг град)}$ .

**Задача 84.** В цилиндре под поршнем может расширяться воздух, углекислота или гелий. Начальные параметры газа одинаковы: давление  $0,7 \text{ МПа}$ , температура  $973^\circ \text{K}$ . Расширение происходит до давления  $0,12 \text{ МПа}$ . Сравнить работу при адиабатном расширении газов, считая, что расход их одинаков, а теплоемкость постоянна.

**Задача 91.** Сравнить работу адиабатного расширения различных газов под поршнем (воздух, гелий и углекислота), если их начальные параметры одинаковы (давление  $1,6 \text{ МПа}$ , температура  $973^\circ \text{K}$ ), а температура их после расширения равна  $323^\circ \text{K}$ . Расходы газов считать одинаковыми, а теплоемкости – постоянными. Определить также давление газов в конце процесса их расширения.

**Задача 101.** Осевой компрессор газовой турбины, всасывая воздух при давлении 0,1013 МПа и температуре 303 °К, подает его в камеру сгорания при давлении 0,73 МПа и температуре 640 °К. Определить показатель политропы процесса сжатия, его теплоемкость, количество тепла, изменение энтальпии, внутренней энергии и работу сжатия 1 кг воздуха в компрессоре.

**Задача 145.** Тепло горячей воды, движущейся внутри круга горизонтальной трубы, передается воздуху, омывающему трубу по наружной поверхности свободным потоком.

Требуется определить коэффициенты теплоотдачи водой внутренней поверхности трубы и наружной ее поверхностью воздуха, а также коэффициент теплопередачи от воды к воздуху, отнесенный к 1 м длины трубы.

Для расчета принять:

- |  |   |
|--|---|
| 1. внутренний диаметр трубы              | $d_1 = \dots \text{мм};$                      |
| 2. толщину стенки трубы                  | $\delta = \dots \text{мм};$                   |
| 3. длину трубы                           | $l = \dots \text{м};$                         |
| 4. материал трубы                        | $\lambda = \dots \text{Вт/м} \cdot \text{К};$ |
| 5. среднюю скорость воды                 | $w = \dots \text{м/сек};$                     |
| 6. среднюю температуру воды              | $t_{ж1} = \dots ^\circ \text{С};$             |
| 7. температуру воздуха окружающего трубу | $t_{ж2} = 20 ^\circ \text{С}.$                |

**Задача 157.** Тепло дымовых газов передается через стенку котла кипящей воде. Принимая температуру газов  $t_1 = \dots ^\circ \text{С}$ , воды  $t_2 = \dots ^\circ \text{С}$ , коэффициент теплоотдачи газами стенке  $\alpha_1 = \dots \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , и от стенки воде  $\alpha_2 = \dots \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , считая стенку плоской, требуется:

- посчитать термическое сопротивление  $R$ , коэффициенты теплопередачи, эквивалентные коэффициенты теплопроводности и количество передаваемого тепла от газов к воде через 1 м<sup>2</sup> стенки за 1 сек для следующих случаев:
  - стенка стальная, совершенно чистая, толщиной  $\delta_2 = \dots \text{мм}$   
( $\lambda_2 = 50 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ );
  - стенка медная, совершенно чистая, толщиной  $\delta_2 = \dots \text{мм}$   
( $\lambda_2 = 350 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ );
  - стенка стальная, со стороны воды покрыта слоем накипи толщиной  $\delta_3 = \dots \text{мм}$   
( $\lambda_3 = 2 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ );
  - случай «в», но поверх накипи имеется слой масла толщиной  $\delta_4 = 1 \text{ мм}$   
( $\lambda_4 = 0,1 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ );
  - случай «г», но со стороны газов стенка покрыта слоем сажи толщиной  $\delta_1 = \dots \text{мм}$   
( $\lambda_1 = 0,2 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ );
- приняв количество тепла для случая «а» за 100%, посчитать проценты тепло для всех остальных случаев;
- определить аналитически температуры всех слоев стенки случая «д».

### 7.2.3. Банк тестовых заданий для проведения тестирований

Название банка тестовых заданий	Кол-во заданий в банке тестовых заданий	Разработчики
Основы гидравлики и	500	Смоленский Виктор Владимирович

термодинамики		
---------------	--	--

### Регламент проведения тестирований

Название банка тестовых заданий	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Номера и наименования разделов теста	Кол-во заданий в разделе	Время на тестирование, мин.
Основы гидравлики и термодинамики	50	Модуль 1	250	60
		Модуль 2	250	

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Курс \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к зачету с оценкой (устно)
1.	Определение механики жидкостей и газов. Классификация жидкостей и газов
2.	Основные физические свойства жидкостей и газов. Газовые законы
3.	Силы, действующие в жидкости
4.	Гидростатическое давление и его свойство
5.	Дифференциальное уравнение покоящейся жидкости
6.	Основное уравнение гидростатики в поле земного тяготения
7.	Поверхность равного давления. Закон Паскаля
8.	Виды давления. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности
9.	Относительный покой жидкости. Закон Архимеда
10.	Равновесие газов. Основные уравнения
11.	Основные понятия кинематики жидкости
12.	Основные элементы потока движущейся жидкости
13.	Виды движения жидкости
14.	Уравнение неразрывности потока
15.	Дифференциальное уравнение движения невязкой жидкости
16.	Общее уравнение энергии в интегральной форме
17.	Основное уравнение баланса гидравлических параметров (уравнение Д.Бернулли)
18.	Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Д.Бернулли
19.	Формы представления уравнения Д.Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой сжимаемой жидкости
20.	Режимы течения жидкости, особенности существующих режимов, критерии Рейнольдса
21.	Виды гидравлических сопротивлений. Физические характеристики гидравлических сопротивлений
22.	Сопротивление по длине при движении в цилиндрической трубе при существующих



№ п/п	Вопросы к зачету с оценкой (устно)
	режимах
23.	Формула Дарси-Вейсбаха, ее физический смысл
24.	Течение жидкости в гидравлически гладких и шероховатых трубах. Движение жидкости в трубах некруглого сечения
25.	Местные гидравлические сопротивления. Формулы определения потери напора при прохождении жидкости через местные преграды в трубопроводах. Эквивалентная длина
26.	Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса
27.	Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет короткого трубопровода
28.	Гидравлический расчет длинных трубопроводов
29.	Гидравлический удар, Физический смысл и расчетные формулы
30.	Истечение жидкости из отверстия в тонкой стенке. Основные расчетные формулы
31.	Зависимость коэффициентов истечения от числа Рейнольдса
32.	Истечение из насадков, виды насадков. Основные расчетные формулы
33.	Истечение при переменном напоре и под уровень жидкости
34.	Общие принципы подобия физических явлений
35.	Условия подобия гидродинамических явлений
36.	Основные критерии гидродинамического подобия
37.	Масштабы моделирования
38.	Теплотехника и ее роль в народном хозяйстве. Техническая термодинамика и их глоссарий.
39.	Основные термодинамические параметры состояния рабочего тела. Термическое уравнение состояния.
40.	Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамическая система.
41.	Теплота и работа как формы передачи энергии. Аналитическое выражение и графическое изображение.
42.	Аналитические выражения I начала термодинамики.
43.	Второе начало термодинамики, второй закон термодинамики. Циклы прямые и обратные.
44.	Идеальные газы, их свойства и уравнение состояния.
45.	Внутренняя энергия, энтальпия и энтропия идеального газа, их вычисление, их физический смысл
46.	Теплоемкость идеального газа. Ее виды и взаимосвязь теплоемкостей.
47.	Исследование изобарного процесса.
48.	Исследование изохорного процесса.
49.	Исследование изотермического процесса.
50.	Исследование адиабатного процесса.
51.	Зависимость между параметрами газа в политропном процессе. Работа внутренней энергии и теплота политропного процесса
52.	Политропные процессы. Их графическое изображение в I-d; и T-S диаграммах.
53.	Соотношение параметров в политропных процессах.
54.	Работа тепла в политропных процессах.
55.	Смеси идеальных газов. Способы задания смеси. Молекулярная масса и газовая постоянная смеси.

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету с оценкой (устно)</b>
56.	Основные уравнения газового потока. Располагаемая работа газа в потоке.
57.	Скорость истечения и расход газа.
58.	Дросселирование газа
59.	Работа и мощность на привод компрессора. Многоступенчатый компрессор. Детандеры
60.	Основные законы идеальных газов.
61.	Реальные газы и пары, их свойства и уравнение состояния.
62.	Сопла, процессы преобразования энергии в них.
63.	Диффузоры, процессы преобразования энергии в них.
64.	Исследование процесса дросселирование. Эффект Джоуля-Томсона.
65.	Прямые и обратные циклы, их назначение.
66.	Идеальный цикл Карно, его КПД, теорема Карно

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Курс</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
3	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	55-100 баллов по накопительному рейтингу на образовательном портале
		«незачтено»	0-54 баллов по накопительному рейтингу на образовательном портале

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. Д. Гиргидов	Механика жидкости и газа (гидравлика)	Учебник	2018	ЭБС Znanium
2	В. В. Вербицкий, В. М. Погосян, О. Н. Соколенко	Гидро- и пневмопривод в конструкции тракторов и автомобилей	Учебное пособие	2022	ЭБС Znanium.
3	В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк	Теплотехника	Учебное пособие	2015	ЭБС Znanium
4	И. И. Сазанов, А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов	Гидравлика	Учебник	2022	ЭБС "ZNANIUM.COM"
5	З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов	Основы гидравлики и теплотехники	учебное пособие	2018	ЭБС "Лань"
6	Шейпак А. А.	Гидравлика и гидропневмопривод	Учебник	2017	ЭБС Znanium"
7	Шаров, Ю. И.	Термодинамика и теплопередача	Учебник	2019	ЭБС "Консультант студента"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Зуйков А. Л.	Гидравлика: Т. 1. Основы механики жидкости	Учебник	2014	ЭБС IPRbooks
2	Новикова А. М.,	Механика жидкости и газа	Учебное пособие	2014	ЭБС IPRbooks

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
	Кудрявцев А. В., Иваненко И. И.				
3	Гиргидов А. Д.	Механика жидкости и газа (гидравлика)	Учебник	2014	ЭБС Znanium
4	Алексеев Г. В., Бриденко И. И.	Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа»	Учебное пособие	2013	ЭБС IPRbooks
5	Крестин Е. А.	Решебник по гидравлике	Учебное пособие	2014	ЭБС IPRbooks
6	Иваненко И. И.	Гидравлика	Учебное пособие	2012	ЭБС "IPRbooks"
7	Кудинов В. А.	Теплотехника	Учебное пособие	2015	ЭБС Znanium.
8	Журавец И. Б., Манойлина С. З.	Конспект лекций по теплотехнике	Учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"
9	Мирам А. О., Павленко В. А.	Техническая термодинамика. Тепломассообмен	Учебное пособие	2017	ЭБС "Консультант студента"

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- WebofScience [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016–. – Режим доступа: apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004–. – Режим доступа: scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000–. – Режим доступа: elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink [Электронный ресурс]: [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842–. – Режим доступа: link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect [Электронный ресурс]: коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018–. – Режим доступа: sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Антиплагиат	985/2016 от 06.10.2016
4	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 234/10/21-К от 19.10.2021, срок действия – до 01.03.2022

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Б-209. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска аудиторная (меловая), экран.
2	С-304. Лаборатория "Гидродинамика".	Стол преподавательский, Столы

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>ученические, стулья, шкаф, доска аудиторная, гидростенд ГС-3, стенд к лаб. работе, пожарный ящик, огнетушитель, жалюзи</p>
3	С-301. Лаборатория "Гидравлика и гидравлические машины"	<p>Столы преподавательские, Столы ученические, стулья, радиатор, доска аудиторная, стенд к лаб. работе №7-11, стенд к лаб. работе №6, стенд к лаб. работе №5, стенд к лаб. работе №3, демонстрационная насосная установка, стенд к лаб. работе №2, шкаф, шкаф металлический, стенд к лаб. работе №4, пожарный ящик, жалюзи.</p>
4	<p>С-302. Лаборатория "Термодинамика и теплопередача".</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Столы преподавательские, Столы ученические двухместные, шкаф, доска аудиторная меловая, эл. щит, стулья, стенды к лабораторным работам, компрессор, вентиляция, огнетушитель ОПУ-2_02.</p>
5	Б-214. Лаборатория "Газовая динамика"	<p>стеллаж с наглядными пособиями, стеллаж с лабораторными пособиями, вакуумный привод, столы ученические двухместные (моноблоки), доска аудиторная, турбокомпрессор, вакуумная заслонка, вакуумметр, наглядные пособия, стол преподавательский, стул преподавательский.</p>
6	Г-401. Помещение для самостоятельной работы студентов	<p>Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет</p>