

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

---

УТВЕРЖДАЮ

*И. о. первого проректора*



/С.П. Стрелков/

И. О. Ф.

2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины**

Гидрогазодинамика

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки**

13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)*

**Направленность (профиль)**

"Энергообеспечение предприятий"

*(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)*

**Кафедра**

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника *бакалавр*

Астрахань - 2024

**Разработчики:**

Ст. преподаватель \_\_\_\_\_ /И.С. Просвирина/  
(занимаемая должность, (подпись) И. О. Ф.  
учёная степень и учёное звание)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 09 от 23.04.2024 г.

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ /Т.Б. Аюпова/  
(подпись) И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКН

«Теплоэнергетика и теплотехника»  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

\_\_\_\_\_ /Ю.А. Александров/  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ \_\_\_\_\_ /И.С. Просвирина/  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМО ВО \_\_\_\_\_ /С.В. Коваленко/  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УИТ \_\_\_\_\_ /Т.Б. Аюпова/  
(подпись) И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой \_\_\_\_\_ /С.В. Коваленко/  
(подпись) И. О. Ф.

## Содержание:

|  | стр. |
|--|------|
| 1. Цель освоения дисциплины  | 4    |
| 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы  | 4    |
| 3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата  | 4    |
| 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся    | 5    |
| 5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий  | 6    |
| 5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)   | 6    |
| 5.1.1. Очная форма обучения  | 6    |
| 5.1.2. Заочная форма обучения  | 6    |
| 5.1.3. Очно-заочная форма обучения   | 7    |
| 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам  | 7    |
| 5.2.1. Содержание лекционных занятий   | 7    |
| 5.2.2. Содержание лабораторных занятий   | 7    |
| 5.2.3. Содержание практических занятий   | 7    |
| 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине  | 8    |
| 5.2.5. Темы контрольных работ  | 9    |
| 5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ   | 9    |
| 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  | 9    |
| 7. Образовательные технологии  | 10   |
| 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   | 11   |
| 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  | 11   |
| 8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине | 11   |
| 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины  | 11   |
| 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине  | 12   |
| 10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья  | 14   |

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

**ОПК-4** - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

**В результате освоения дисциплины, обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

**ОПК-4.1** - Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа;  
**знать:**

- основные законы движения жидкости и газа;

**уметь:**

- понимать основные законы движения жидкости и газа;

**иметь навыки:**

- демонстрации понимания основных законов движения жидкости и газа.

**ОПК-4.2** - Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;

**знать:**

- основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;

**уметь:**

- применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;

**иметь навыки:**

- применения знаний основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.

## **3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина Б1.О.20 «Гидрогазодинамика» реализуется в рамках Блока 1 «Дисциплины» обязательной части.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Физика», «Химия».

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

| Форма обучения                           | Очная  | Заочная  |
|--|--|--|
| 1  | 2  | 3  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>3 семестр – 5 з.е.<br/>всего – 5 з.е.</b>       | <b>5 семестр – 5 з.е.<br/>всего – 5 з.е.</b>       |
| Лекции (Л)                               | 3 семестр – 18 часов;<br><b>всего - 18 часов</b>   | 5 семестр – 4 часа;<br><b>всего - 4 часа</b>       |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)                | 3 семестр – 16 часов;<br><b>всего - 16 часов</b>   | 5 семестр – 4 часа;<br><b>всего - 4 часа</b>       |
| Практические занятия (ПЗ)                | 3 семестр – 34 часов;<br><b>всего - 34 часов</b>   | 5 семестр – 6 часов;<br><b>всего – 6 часов</b>     |
| Самостоятельная работа (СР)              | 3 семестр – 112 часов;<br><b>всего - 112 часов</b> | 5 семестр – 166 часов;<br><b>всего - 166 часов</b> |
| <b>Форма текущего контроля:</b>          |  |  |
| Контрольная работа                       | 3 семестр  | 5 семестр  |
| <b>Форма промежуточной аттестации:</b>   |  |  |
| Экзамены                                 | 3 семестр  | 5 семестр  |
| Зачет                                    | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>         | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>         |
| Зачет с оценкой                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>         | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>         |
| Курсовая работа                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>         | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>         |
| Курсовой проект                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>         | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>         |

5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)

5.1.1. Очная форма обучения

| №<br>п/п | Раздел дисциплины<br>(по семестрам) | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по<br>типам учебных занятий и работы обучающихся |    |    |     | Форма текущего контроля и<br>промежуточной аттестации |
|----------|-------------------------------------|--------------------------|---------|---|----|----|-----|---|
|          |                                     |                          |         | контактная  |    |    | СР  |   |
|          |                                     |                          |         | Л   | ЛЗ | ПЗ |     |   |
| 1        | 2                                   | 3                        | 4       | 5   | 6  | 7  | 8   | 9   |
| 1        | Раздел 1. Гидродинамика             | 90                       | 3       | 10  | 8  | 18 | 54  | Контрольная работа,<br>Экзамен                        |
| 2        | Раздел 2. Газодинамика              | 90                       | 3       | 8   | 8  | 16 | 58  |   |
|          | <b>Итого:</b>                       | 180                      |         | 18  | 16 | 34 | 112 |   |

5.1.2. Заочная форма обучения

| №<br>п/п | Раздел дисциплины<br>(по семестрам) | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по<br>типам учебных занятий и работы обучающихся |    |    |     | Форма текущего контроля и<br>промежуточной аттестации |
|----------|-------------------------------------|--------------------------|---------|---|----|----|-----|---|
|          |                                     |                          |         | контактная  |    |    | СР  |   |
|          |                                     |                          |         | Л   | ЛЗ | ПЗ |     |   |
| 1        | 2                                   | 3                        | 4       | 5   | 6  | 7  | 8   | 9   |
| 1        | Раздел 1. Гидродинамика             | 90                       | 5       | 2   | 2  | 4  | 82  | Контрольная работа,<br>Экзамен                        |
| 2        | Раздел 2. Газодинамика              | 90                       | 5       | 2   | 2  | 2  | 84  |   |
|          | <b>Итого:</b>                       | 180                      |         | 4   | 4  | 6  | 166 |   |

5.1.3. Очно-заочная форма обучения

*ОПОП не предусмотрена*

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание  |
|---|---------------------------------|---|
| 1 | 2                               | 3   |
| 1 | Раздел 1.<br>Гидродинамика      | Вводные сведения. Основные физические свойства жидкостей. Силы, действующие в жидкостях. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Модель идеальной (невязкой) жидкости. <i>Основные законы движения жидкости.</i> Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Подобие гидромеханических процессов. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной форме. Одномерные потоки жидкостей. Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости. Уравнение движения для вязкой жидкости. Пограничный слой. Дифференциальные уравнения пограничного слоя. Сопротивление при течении жидкости в трубах, местные сопротивления. Турбулентность и ее основные статистические характеристики. <i>Основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</i> Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Моделирование гидродинамических явлений. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Подобие гидромеханических процессов. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной форме. Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса; сверхзвуковые течения. |
| 2 | Раздел 2.<br>Газодинамика       | Основные понятия газодинамики. <i>Основные законы движения газа.</i> Понятие заторможенного газа. Истечение газа из бака. Распространение конечных возмущений. Скачок уплотнения. Неизэнтропическое движение газа по трубе при наличии сопротивления трения. Движение подогреваемого газа по трубе постоянного сечения. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно. <i>Основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</i> Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций   |

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание   |
|---|---------------------------------|--|
| 1 | 2                               | 3  |
| 1 | Раздел 1.<br>Гидродинамика      | Лабораторная работа № 1 Определение режима течения жидкости и газа<br>Лабораторная работа № 2 Иллюстрация уравнения Бернулли |

|   |                           |  |
|---|---------------------------|--|
|   |                           | Лабораторная работа № 3 Испытание насосов, подключенных параллельно и последовательно  |
| 2 | Раздел 2.<br>Газодинамика | Лабораторная работа № 4 Исследование поля скоростей и давлений в рабочей части воздушной струи<br>Лабораторная работа № 5 Аэродинамические испытания вентиляционной сети |

### 5.2.3. Содержание практических занятий

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание  |
|---|---------------------------------|---|
| 1 | 2                               | 3   |
| 1 | Раздел 1.<br>Гидродинамика      | Входное тестирование по дисциплине<br><i>Расчет теплотехнических установок и систем с помощью законов гидрогазодинамики.</i> Определение усилия, действующего на стенки криволинейного канала со стороны текущей по нему жидкости и окружающей среды. Методы экспериментального и теоретического исследования уравнения Бернулли. Определения перепада давлений в трубопроводе. Гидравлические потери и принципы их расчёта в табличном процессоре. Определение потерь при течении несжимаемой жидкости в канале с внезапным расширением. Автоматизация гидравлического расчета трубопроводов в табличном процессоре. Расчет толщины пограничного слоя, местного и суммарного коэффициента сопротивления трения, силы трения при ламинарном и при турбулентном обтекании плоской стенки. Проектирование гидравлической схемы теплоснабжения с использованием стандартных средств автоматического проектирования. Практические примеры <i>основных законов движения жидкости</i> |
| 2 | Раздел 2. Газодинамика          | <i>Расчет теплотехнических установок и систем с помощью законов гидрогазодинамики.</i> Автоматизация расчета идеального сужающегося и идеального расширяющегося – расширяющегося сопла в табличном процессоре. Расчет истечения газа из бака по типовым методикам. Теоретические исследования и расчет газовых течений с помощью газодинамических функций. Практические примеры <i>основных законов движения газа</i>   |

### 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### Очная форма обучения

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание  | Учебно-методическое обеспечение |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | 2                               | 3   | 4                               |
| 1 | Раздел 1. Гидродинамика         | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к лабораторным занятиям | [1], [2], [5].                  |



|   |                        |   |                |
|---|------------------------|---|----------------|
|   |                        | Подготовка к итоговому тестированию<br>Подготовка к экзамену  |                |
| 2 | Раздел 2. Газодинамика | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к лабораторным занятиям<br>Подготовка к итоговому тестированию<br>Подготовка к экзамену | [1], [2], [4]. |

### Заочная форма обучения

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание   | Учебно-методическое обеспечение |
|---|---------------------------------|--|---------------------------------|
| 1 | 2                               | 3  | 4                               |
| 1 | Раздел 1.<br>Гидродинамика      | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к лабораторным занятиям<br>Выполнение контрольной работы<br>Подготовка к итоговому тестированию<br>Подготовка к экзамену | [1], [2], [5].                  |
| 2 | Раздел 2.<br>Газодинамика       | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к лабораторным занятиям<br>Выполнение контрольной работы<br>Подготовка к итоговому тестированию<br>Подготовка к экзамену | [1], [2], [4].                  |

#### 5.2.5. Темы контрольных работ

1. Гидростатика и кинематика
2. Гидродинамика
3. Газодинамика

#### 5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

*Учебным планом не предусмотрены.*

#### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

| Организация деятельности студента   |
|---|
| <p><b><u>Лекция</u></b><br/>В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p> |
| <p><b><u>Практическое занятие</u></b><br/>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.</p>   |
| <p><b><u>Лабораторное занятие</u></b><br/>Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.</p>  |
| <p><b><u>Самостоятельная работа</u></b><br/>Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине</p>  |

может выполняться в помещениях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к практическим занятиям;
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- подготовки к контрольным работам, итоговому тестированию и т.д.;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях.

– проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов по отдельным вопросам изучаемой темы.

#### **Контрольная работа**

Теоретическая и практическая части контрольной работы выполняются по установленным темам (вариантам) с использованием практических материалов, полученных на практических и лабораторных занятиях и при прохождении практики. К каждой теме контрольной работы рекомендуется примерный перечень основных вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения контрольной работы. Чтобы полнее раскрыть тему, следует использовать дополнительные источники и материалы. Инструкция по выполнению контрольной работы находится в методических материалах по дисциплине.

#### **Подготовка к экзамену**

Подготовка студентов к экзамену включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

## **7. Образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Гидрогазодинамика».

### **Традиционные образовательные технологии**

Дисциплина «Гидрогазодинамика», проводится с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующихся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторное занятие – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

## **Интерактивные технологии**

По дисциплине «Гидрогазодинамика» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

По дисциплине «Гидрогазодинамика» лабораторные и практические занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

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

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Жуков Н.П. Гидрогазодинамика. Часть 1. Гидравлика: учебное пособие / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 140 с.: ил.,табл. - Библ. в кн. <http://www.iprbookshop.ru/64075.html> (дата обращения 23.04.2018 г.)

2. Гидрогазодинамика (с элементами процессов и аппаратов) : учебное пособие / А.Л. Лукс, Е.А. Крестин, А.Г. Матвеев, А.В. Шабанова ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. - 366 с.: табл., граф., ил.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=438366](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=438366)

#### ***б) дополнительная учебная литература:***

3. Аэрогидромеханика: сборник задач / А.А. Кураев, В.В. Ларичкин, А.Д. Обуховский, С.Д. Саленко. - Новосибирск: НГТУ, 2010. - 116 с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228757>

4. Абрамович, Г.Н. Прикладная газовая динамика / Г.Н. Абрамович. - Изд. 3-е. - Москва : Издательство Наука, 1969. - 826 с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=476989> .

5. Минибаева, Л.Р. Расчет аппаратов с перемешивающими устройствами методами вычислительной гидродинамики: монография / Л.Р. Минибаева, А.Г. Мухаметзянова, А.В. Клинов; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 110 с.: табл., граф., ил. - Библиогр. в кн.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428763>

#### ***в) перечень учебно-методического обеспечения:***

6. Просвирина И.С. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Гидрогазодинамика», АГАСУ. 2022– 30 с. <http://moodle.aucu.ru>
7. Просвирина И.С. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Гидрогазодинамика», АГАСУ. 2022– 30 с. <http://moodle.aucu.ru>

*з) перечень онлайн-курсов:*

1. Онлайн курс «Гидрогазодинамика» <https://www.youtube.com/playlist?list>

**8.2 Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. 7-Zip
2. Adobe Acrobat Reader DC.
3. Apache Open Office.
4. VLC media player
5. Kaspersky Endpoint Security
6. Yandex browser

**8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информацион-ных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины**

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета: (<http://edu.aucu.ru>, <http://moodle.aucu.ru>)
2. «Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.ru/>)
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» ([www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru))
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>)
5. Консультант+ (<http://www.consultant-urist.ru/>)
6. Федеральный институт промышленной собственности (<http://www1.fips.ru/>)

**9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| № п/п | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
|-------|---|--|
| 1     | Учебная аудитория для проведения учебных занятий:<br><br>414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова,2/29/2, аудитории №301, №202, №303, №201 | <p style="text-align: center;"><b>№301</b></p> Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  |
|       |   | <p style="text-align: center;"><b>№202</b></p> Комплект учебной мебели<br>Комплект переносных измерительных приборов в составе: тепловизор Control IR-cam 2, определитель точки росы Elkometr 319, ультразвуковой толщиномер АКС А1209, анемометр АТЕ -1033 АКТАКОМ, инфракрасный термометр DT-8863<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» |
|       |   | <p style="text-align: center;"><b>№303</b></p> Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Доступ к информационно-  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | телекоммуникационной сети «Интернет»<br><b>№201</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» |
| 2 | Помещение для самостоятельной работы:<br><br>414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22а, аудитория № 201, 203.<br><br>414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18а, библиотека, читальный зал. | <b>№201</b><br>Комплект учебной мебели.<br>Компьютеры – 8 шт.<br>Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  |
|   |  | <b>№203</b><br>Комплект учебной мебели.<br>Компьютеры – 8 шт.<br>Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  |
|   |  | <b>библиотека, читальный зал</b><br>Комплект учебной мебели.<br>Компьютеры – 4 шт.<br>Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»                                   |

#### **10 Особенности организации обучения по дисциплине «Гидрогазодинамика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Гидрогазодинамика» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины «Гидрогазодинамика»**  
**по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,**  
**направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Целью освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина «Гидрогазодинамика» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)», обязательной части. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Физика», «Химия».

**Краткое содержание дисциплины:**

**Раздел 1.** Гидродинамика

**Раздел 2.** Газодинамика

И.о заведующего кафедрой

/Абуова Г.Б./  
И. О. Ф.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине «Гидрогазодинамика»  
ОПОП ВО по направлению подготовки  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»  
по программе бакалавриата

Павлом Михайловичем Руковишниковым (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Гидрогазодинамика» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – ст. преподаватель И.С. Просвирина).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Гидрогазодинамика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г., № 143 и зарегистрированного в Минюсте России 22.03.2018г., № 50480.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Энергообеспечение предприятий» закреплена 1 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, иметь навыки отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплинам на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающихся соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина «Гидрогазодинамика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Гидрогазодинамика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Гидрогазодинамика» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Энергообеспечение предприятий» представлены: типовыми вопросами к экзамену, типовым комплектом заданий для входного тестирования, типовым комплектом заданий для итогового тестирования, тематикой лабораторных работ, тематикой контрольной работы.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Гидрогазодинамика» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Гидрогазодинамика» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по программе бакалавриата, разработанная ст. преподавателем Просвириной И.С. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Руководитель ОП Веза Астрахань

/ П.М. Руковишников /  
И. О. Ф.



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине «Гидрогазодинамика»  
ОПОП ВО по направлению подготовки  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»  
по программе бакалавриата

Юлией Амировой Аляутдиновой (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Гидрогазодинамика» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – ст. преподаватель И.С. Просвирина).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Гидрогазодинамика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г., № 143 и зарегистрированного в Минюсте России 22.03.2018г., № 50480.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Энергообеспечение предприятий» закреплена 1 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, иметь навыки отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплинам на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающихся соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина «Гидрогазодинамика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Гидрогазодинамика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Гидрогазодинамика» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Энергообеспечение предприятий» представлены: типовыми вопросами к экзамену, типовым комплектом заданий для входного тестирования, типовым комплектом заданий для итогового тестирования, тематикой лабораторных работ, тематикой контрольной работы.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Гидрогазодинамика» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Гидрогазодинамика» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по программе бакалавриата, разработанная ст. преподавателем Просвириной И.С. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

К.т.н., доцент кафедры  
«Инженерные системы и экология»



/Ю.А. Аляутдинова/

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

---

УТВЕРЖДАЮ



**ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Наименование дисциплины**

Гидрогазодинамика

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки**

13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)*

**Направленность (профиль)**

" Энергообеспечение предприятий"

*(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)*

**Кафедра**

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника *бакалавр*

Астрахань - 2024

**Разработчики:**

Ст. преподаватель  
(занимаемая должность,

  
(подпись)

/И.С. Просвирина/  
И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 09 от 23.04.2024 г.

И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись)

/Т.Б. Агулова  
И. О. Ф.

Председатель МКН

«Теплоэнергетика и теплотехника»  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

  
(подпись)

/Ю.А. Александровна  
И. О. Ф.

Начальник УМУ

  
(подпись)

/О.Н. Степанов  
И. О. Ф.

Начальник УМО ВО

  
(подпись)

/Е.Е. Ковалева  
И. О. Ф.

## СОДЕРЖАНИЕ:

|   | Стр. |
|---|------|
| 1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  | 4    |
| 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ   | 4    |
| 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания  | 6    |
| 1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости  | 6    |
| 1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания  | 7    |
| 1.2.3. Шкала оценивания   | 9    |
| 2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы | 10   |
| 3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций   | 13   |
| 4. Приложение   | 14   |

**1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины (далее РПД) и представлен в виде отдельного документа

**1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

| Индекс и формулировка компетенции N   |  | Индикаторы достижения компетенций, установленные ОПОП                                     | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1 РПД)                                       |  | Формы контроля с конкретизацией задания   |
|---|--|---|---|--|---|
|   |  |   | 1   | 2  |   |
| 1   | 2  | 3   | 4   | 5  | 6   |
| <b>ОПК-4</b> - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | <b>ОПК-4.1</b> - Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа                         | Знать:  |   |  |   |
|   |  | основные законы движения жидкости и газа  | X   | X  | Экзамен (вопросы 1-26)  |
|   |  | Уметь:  |   |  |   |
|   |  | понимать основные законы движения жидкости и газа   | X   | X  | Контрольная работа (вопросы 1-66)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 1-21) |
|   |  | Иметь навыки:   |   |  |   |
|   | демонстрации понимания основных законов движения жидкости и газа   | X   | X   | Защита лабораторной работы (лабораторная работа № 1-2) |   |
|   | <b>ОПК-4.2</b> - Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем | Знать:  |   |  |   |
|   |  | основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем                 | X   | X  | Экзамен (вопросы 27-49)   |
|   |  | Уметь:  |   |  |   |
|   |  | применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем | X   | X  | Контрольная работа (задачи 1-37)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 22-34) |
| Иметь навыки:   |  |   |   |  |   |
| применения знаний основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем  | X  | X   | Контрольная работа (задачи 38-51)<br>Защита лабораторной работы (лабораторная работа № 3-5) |  |   |

## 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости

| Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства   | Представление оценочного средства в фонде        |
|----------------------------------|--|--|
| 1                                | 2  | 3  |
| Контрольная работа               | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу  | Комплект контрольных заданий по вариантам        |
| Тест                             | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося  | Фонд тестовых заданий                            |
| Защита лабораторной работы       | Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов | Темы лабораторных работ и требования к их защите |

**1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине (модулю) на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| Компетенция, этапы освоения компетенции  |   | Планируемые результаты обучения  | Показатели и критерии оценивания результатов обучения   |  |  |   |
|--|---|--|---|--|--|---|
|  |   |  | Ниже порогового уровня (не зачтено)   | Пороговый уровень (Зачтено)  | Продвинутый уровень (Зачтено)  | Высокий уровень (Зачтено)   |
| 1  |   | 2  | 3   | 4  | 5  | 6   |
| ОПК-4 - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | ОПК-4.1 - Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа | <b>Знает</b> (ОПК-4.1) - основные законы движения жидкости и газа                                | Обучающийся не знает основные законы движения жидкости и газа   | Обучающийся имеет знания основных законов движения жидкости и газа, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала | Обучающийся твердо знает основные законы движения жидкости и газа  | Обучающийся знает основные законы движения жидкости и газа, четко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий               |
|  |   | <b>Умеет</b> (ОПК-4.1) - понимать основные законы движения жидкости и газа                       | Не умеет понимать основные законы движения жидкости и газа, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено  | В целом успешное, но не системное умение понимать основные законы движения жидкости и газа   | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы понимание основных законов движения жидкости и газа  | Сформированное умение понимать основные законы движения жидкости и газа   |
|  |   | <b>Имеет навыки</b> (ОПК-4.1) - демонстрации понимания основных законов движения жидкости и газа | Обучающийся не имеет навыков демонстрации понимания основных законов движения жидкости и газа, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено | В целом успешное, но не системное умение навыков демонстрации понимания основных законов движения жидкости и газа  | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками умения навыков демонстрации понимания основных законов движения жидкости и газа | Успешное и системное умение навыков демонстрации понимания основных законов движения жидкости и газа, умение их использовать на практике при решении конкретных задач |
|  | ОПК-4.2 - Применяет зна-  | <b>Знает</b> (ОПК-4.2) - основы гидрогазо-   | Обучающийся не знает основы гидрогазодина-  | Обучающийся имеет знания основ гидрога-  | Обучающийся твердо знает основы гидрогазодинамики для расчетов   | Обучающийся знает основы гидрогазодина-   |



|  |  |  |   |   |  |   |
|--|--|--|---|---|--|---|
|  | ния основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем | динамики для расчетов теплотехнических установок и систем  | мики для расчетов теплотехнических установок и систем   | зодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала | теплотехнических установок и систем, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос  | мики для расчетов теплотехнических установок и систем, способен анализировать и интерпретировать полученные данные, четко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий |
|  |  | <b>Умеет</b> (ОПК-4.2) - применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем         | Не умеет применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу   | Умеет применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем, с небольшими затруднениями выполняет самостоятельную работу  | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем   | Умеет применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем   |
|  |  | <b>Имеет навыки</b> (ОПК-4.2) - применения знаний основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем | Обучающийся не имеет навыков применения знаний основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено | В целом успешное, но не системное умение навыков применения знаний основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем   | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками умение навыков применения знаний основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем | Успешное и системное умение навыков применения знаний основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем, умение их использовать на практике при решении конкретных задач                 |

### 1.2.3 Шкала оценивания

| Уровень достижений | Отметка в 5-бальной шкале | Зачтено/ не зачтено |
|--------------------|---------------------------|---------------------|
| высокий            | «5»(отлично)              | зачтено             |
| продвинутый        | «4»(хорошо)               | зачтено             |
| пороговый          | «3»(удовлетворительно)    | зачтено             |
| ниже порогового    | «2»(неудовлетворительно)  | не зачтено          |

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

**2.1. Экзамен**

*а) типовые вопросы (Приложение 1)*

*б) критерии оценивания*

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

| № п/п | Оценка              | Критерии оценки   |
|-------|---------------------|---|
| 1     | Отлично             | Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.   |
| 2     | Хорошо              | Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи. |
| 3     | Удовлетворительно   | Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.   |
| 4     | Неудовлетворительно | Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.   |

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:**

**2.2 Контрольная работа**

*а) типовые задания (Приложение 2)*

*б) критерии оценивания*

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.

2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.

3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и рода издания, тома, части, параграфа, страницы). 10

4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

| № п/п | Оценка              | Критерии оценки   |
|-------|---------------------|---|
| 1     | Отлично             | Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета   |
| 2     | Хорошо              | Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов  |
| 3     | Удовлетворительно   | Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов |
| 4     | Неудовлетворительно | Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы  |
| 5     | Зачтено             | Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы  |
| 6     | Не зачтено          | Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.   |

### 2.3 Тест

а) *типовой комплект заданий для входного тестирования (Приложение 3)*  
*типовой комплект заданий для итогового тестирования (Приложение 4)*

б) *критерии оценивания*

При оценке знаний оценивания тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

| № п/п | Оценка  | Критерии оценки                   |
|-------|---------|-----------------------------------|
| 1     | 2       | 3                                 |
| 1     | Отлично | если выполнены следующие условия: |

|   |                     |  |
|---|---------------------|--|
|   |                     | - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ;<br>на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.   |
| 2 | Хорошо              | если выполнены следующие условия:<br>- даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ;<br>- на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.         |
| 3 | Удовлетворительно   | если выполнены следующие условия:<br>- даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ;<br>- на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты. |
| 4 | Неудовлетворительно | если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».  |
| 5 | Зачтено             | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».  |
| 6 | Не зачтено          | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».  |

## 2.4. Защита лабораторной работы

а) типовые задания (Приложение 5)

б) критерии оценивания

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

| № п/п | Оценка            | Критерии оценки  |
|-------|-------------------|--|
| 1     | 2                 | 3  |
| 1     | Отлично           | Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.                                     |
| 2     | Хорошо            | Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов                          |
| 3     | Удовлетворительно | Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов |

|   |                     |  |
|---|---------------------|--|
| 4 | Неудовлетворительно | Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат |
|---|---------------------|--|

### 3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом.

#### Перечень и характеристика процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

##### по дисциплине

| № | Наименование оценочного средства | Периодичность и способ проведения процедуры оценивания  | Виды выставляемых оценок                     | Форма учета  |
|---|----------------------------------|---|--|--|
| 1 | Экзамен                          | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины   | По пятибалльной шкале                        | Ведомость, зачетная книжка, портфолио  |
| 2 | Контрольная работа               | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины   | По пятибалльной шкале и зачтено/незачтено    | журнал успеваемости преподавателя  |
| 3 | Тест                             | Входное тестирование в начале изучения дисциплины.<br>Итоговое тестирование раз в семестр, по окончании изучения дисциплины | По пятибалльной шкале или зачтено/не зачтено | Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя |
| 4 | Защита лабораторной работы       | Систематически на занятиях  | По пятибалльной шкале                        | Лабораторная тетрадь. журнал успеваемости преподавателя                      |

## Типовые вопросы к экзамену

**Знать (ОПК-4.1):**

1. Предмет и задачи гидрогазодинамики. Определение (понятие) жидкости, газа.
  2. Понятие сплошности. Критерий сплошности.
  3. Основные свойства жидкостей и газов.
  4. Основные физические свойства жидкостей и газов. Сжимаемость. Текучесть. Законы вязкого трения.
  5. Модель идеальной жидкости. Неньютоновские жидкости.
  6. Силы, действующие в жидкости.
  7. Свойства давления в покоящейся жидкости.
  8. Поверхности равного давления.
  9. Свободная поверхность жидкости.
  10. Уравнения Эйлера равновесия жидкости.
  11. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
  12. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности.
  13. Относительный покой (равновесие) жидкости.
  14. Основные понятия кинематики жидкости: траектория, линия тока, элементарная струйка, трубка тока, живое сечение, элементарный расход.
  15. Классификация потоков. Идеальные жидкости и газы. Давление, температура.
- Уравнения состояния
16. Поток жидкости. Средняя скорость.
  17. Виды движения жидкости.
  18. Одномерные потоки жидкостей и газов.
  19. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера).
  20. Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости.
  21. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости.
  22. Число Рейнольдса.
  23. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.
  24. Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости.
  25. Физический смысл уравнения Бернулли (геометрическое и энергетическое толкование).
  26. Уравнение расхода. Коэффициент Кориолиса.

**Знать (ОПК-4.2):**

27. Виды гидравлических потерь.
28. Движение газов: условие применимости законов гидравлики к движению газов.
29. Пограничный слой. Дифференциальное уравнение пограничного слоя.
30. Классификация отверстий и основные характеристики истечения.
31. Истечение жидкости при переменном напоре (опорожнение резервуара, опорожнение сообщающихся сосудов).
32. Скорость распространения возмущений.
33. Метод малых возмущений.
34. Гидравлический удар.
35. Прямой скачок уплотнения.
36. Характеристики одномерного течения.
37. Сверхзвуковые течения.

38. Косой скачок уплотнения.
39. Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений.
40. Течение жидкости при фазовом равновесии.
41. Тепловой скачок и скачок конденсации.
42. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке (незатопленные и затопленные отверстия).
43. Гидравлический расчёт отверстий.
44. Насадки. Классификация и область применения.
45. Гидравлический расчёт насадков.
46. Истечение жидкости при переменном напоре (опорожнение резервуара, опорожнение сообщающихся сосудов).
47. Движение идеального газа в канале переменного сечения (сопло Лавалья).
48. Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений.
49. Течение жидкости при фазовом равновесии.

### Типовые задания к контрольной работе

Вопросы к теоретическому заданию:

#### Уметь (ОПК-4.1):

1. Основные свойства жидкостей и газов.
2. Закон внутреннего трения Ньютона. Какие вы знаете коэффициенты вязкости, от каких параметров зависит их величина?
3. Дайте классификацию и определение сил, действующих в жидкости.
4. Напишите уравнение равновесия жидкости Эйлера и дайте его объяснение.
5. Чем создается и от чего зависит давление в жидкости? Пользуясь уравнением Эйлера, получите основную формулу гидростатики.
6. Дайте вывод барометрической формулы - основной формулы аэростатики.
7. Что такое поверхности равного давления? Напишите уравнение поверхности уровня давления.
8. Закон Паскаля. Принцип работы гидропресса.
9. Как определяется сила давления жидкости на стенки?
10. Что такое центр давления жидкости и где он расположен?
11. Дайте определение местной, осредненной, средней скорости, скорости пульсации, массовой скорости потока.
12. Что такое установившееся и неустойчивое движение?
13. Дайте определение ламинарного и турбулентного движения.
14. Что такое линия тока, трубка тока? Перечислите основные свойства трубки тока.
15. Уравнения неразрывности потока в дифференциальной и гидравлической формах.
16. Составляющие скорости жидкой частицы. Теорема Коши - Гельмгольца.
17. Что такое вихрь, компонент вихря? Каковы основные характеристики вихревого движения?
18. Что такое вихревая линия? Что такое вихревая трубка и ее напряженность?
19. Что такое циркуляция скорости и как она определяется. Изложите сущность теоремы Стокса.
20. Какое движение называется потенциальным? Каким условиям должны удовлетворять функция потенциала скорости?
21. Что такое функция тока и каковы ее особенности?
22. Дайте определение источника, стока, диполя.
23. Сформулируйте и дайте математическое выражение теоремы импульсов.
24. Изложите сущность теоремы Н.Е. Жуковского.
25. Напишите дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера.
26. Напишите дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости в форме Громеки - Лэмба. Каковы интегралы этих уравнений?
27. Каковы особенности движения вязкой жидкости и в чем смысл обобщенной гипотезы Ньютона?
28. Напишите уравнения Навье - Стокса.
29. Напишите критерии Рейнольдса, Эйлера, Фруда, Архимеда и объясните их физический смысл.
30. В чем смысл теории подобия гидродинамических процессов, сущность моделирования?
31. Напишите и объясните уравнение Бернулли для идеальной несжимаемой жидкости. Дайте энергетическую и геометрическую интерпретацию членов уравнения.
32. Напишите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости конечных размеров.



33. Что такое полный и пьезометрический напоры? Как они измеряются? Что такое гидравлический уклон?
34. Дайте классификацию гидравлических сопротивлений. Напишите и объясните формулы Дарси и Вейсбаха.
35. Выведите формулу местных потерь напора при внезапном расширении трубы.
36. Изложите сущность опытов Никурадзе. Какие существуют области трения при течении жидкости по трубам?
37. Каков закон распределения скоростей при ламинарном течении жидкости в трубе круглого сечения? Формула Пуазейля.
38. Напишите и объясните формулу Стокса для силы сопротивления движению шара в вязкой жидкости.
39. В чем состоит особенность перехода ламинарного течения жидкости в турбулентное течение? Критическое число Рейнольдса.
40. Каковы основные характеристики турбулентного течения? Напишите и объясните формулу Прандтля.
41. Как определяется величина коэффициента гидравлического сопротивления при турбулентном течении в трубах?
42. Основные задачи расчета трубопроводных систем. Последовательное и параллельное соединение труб.
43. Как вычислить коэффициент расхода и расход при истечении капельных жидкостей из сосудов через отверстия и насадки?
44. В чем состоят основные особенности неустановившегося движения жидкости в трубах?
45. Напишите уравнение состояния идеальных газов и объясните его.
46. Как формулируются уравнение неразрывности и уравнение количества движения Эйлера применительно к газовому течению?
47. Напишите интеграл Сен - Венана и объясните его.
48. Напишите и объясните уравнение энергии для течения газа с подводом тепла и совершением работы, а также в условиях энергетически изолированного течения.
49. Что такое скорость звука и как она определяется в газовой среде?
50. Напишите определения безразмерных скоростей - чисел  $M$  и  $\lambda$ . Выведите связь между ними.
51. С помощью каких основных газодинамических функций определяются параметры газового течения? Что такое параметры торможения?
52. Как измерить скорость потока газа с помощью датчиков давления?
53. Напишите и объясните уравнение обращенных воздействий.
54. Приведите выражение для скорости истечения газа из суживающихся сопел и отверстий. Что такое критическое отношение давлений?
55. Что такое сопло Лавала и каковы характеристики течения газа в нем?
56. Как образуется прямой скачок уплотнения?
57. Как изменяются параметры газа при переходе через прямой скачок уплотнения?
58. Как изменяется энтропия в скачках уплотнения и разрежения? Возможно ли существование скачков разрежения?
59. Каков процесс сжатия газа в скачке уплотнения? Приведите уравнение ударной адиабаты Гюгонио и сравните с адиабатой Пуассона.
60. В чем состоят особенности течения газа через лабиринтовые уплотнения?
61. Каковы особенности течения газа в диффузоре? Что такое КПД диффузора?
62. В чем сущность рабочего процесса газового эжектора? Каковы его характеристики?
63. Изложите основные представления о пограничном слое.
64. Что такое толщина пограничного слоя и толщина вытеснения?

65. Нарисуйте в общем виде картину истечения свободной затопленной струи. Что такое начальный участок, основной участок?

66. Изложите основные закономерности истечения свободной турбулентной струи.

### **Задачи:**

#### **Уметь (ОПК-4.2):**

Задача № 1 Определить плотность воздуха при давлении 5 ата и температуре 20 °С

Задача № 2 Изменение вязкости нефтепродуктов от температуры можно представить формулой  $v = v_0 \exp(-ut)$ , где  $v_0$  - кинематическая вязкость при  $t=0$  °С. Измерениями найдено, что при  $t=3$  °С  $v_1=3.6$  ст, а при  $t=10$  °С  $v_2=2.1$  ст. Определить постоянные  $v_0$  и  $u$ , входящие в формулу, и вычислить кинематическую вязкость при  $t=6$  °С.

Задача № 3 Автоклав объемом 10 л наполнен водой и закрыт герметически. Определить, пренебрегая изменением объема материала стенок автоклава от температуры, повышение давления в нем при увеличении температуры воды на 40 °С. Коэффициент термического расширения воды равен 0.00018 1/град, а коэффициент объемного сжатия равен  $4.19 \cdot 10^{-10}$  м<sup>2</sup>/н.

Задача № 4 Пользуясь формулой закона Ньютона, определить напряжение трения на стенке, обтекаемой потоком воздуха при нормальных условиях. Известно, что на расстоянии 0.5 мм от стенки значение скорости равно 19 м/с. Изменение скорости у стенки можно принять линейным.

Задача № 5 Определить касательное напряжение трения на стенке, обтекаемой водой, если вблизи стенки изменение скорости воды по нормали к ней выражается формулой  $V=516y-13400y^2$ , м/с, где  $y$  - расстояние от стенки, м. Температура воды 15 °С.

Задача № 6 Найти избыточное  $p_{и}$  и абсолютное  $p_{а}$  давление на глубине 400 мм под свободной поверхностью ртути, если барометрическое давление эквивалентно высоте  $h_{б}=756$  мм рт. ст. Выразить также барометрическое давление в МПа.

Задача № 7 Определить высоту налива нефти в резервуаре, сообщаемом с атмосферой, если манометр, установленный на высоте 1 м выше днища резервуара, показывает давление 0.5 ати, а плотность нефти 900 кг/м<sup>3</sup>.

Задача № 8 Для измерения падения давления в вентиляционной трубе применяется наклонный микроманометр, наполненный спиртом с удельным весом 800 кг/м<sup>3</sup>. Угол наклона трубки манометра 30°. Определить необходимую длину шкалы манометра для измерения падения давления до 0.001 ат.

Задача № 9 В печи и дымовой трубе дымовые газы имеют в среднем температуру 300 °С и удельный вес 4.3 Н/м<sup>3</sup>. Температура наружного воздуха 14 °С, давление 760 мм рт. ст. Высота дымовой трубы 5 м. Определить разность давлений (тягу) по обе стороны закрытой печной дверки, расположенной у основания.

Задача № 10 Измеритель ускорения, установленный на электровозе, представляет собой U-образную трубку, наполненную водой и расположенную в плоскости движения. Расстояние между вертикальными коленами трубки 200 мм. Определить ускорение электровоза, если при торможении разность уровней воды в трубках составила 100 мм.

Задача № 11 Цилиндрический сосуд диаметром 4 см и высотой 10 см наполнен водой до половины. С каким предельным числом оборотов можно вращать этот сосуд около вертикальной оси, чтобы из него еще не выливалась вода?

Задача № 12 Для измерения высоты полета применяется точный барометр. Перед вылетом барометр показывал давление 745 мм рт. ст., а в наивысшей точке подъема - 500 мм рт. ст. Определить высоту подъема, считая температуру воздуха по всей высоте равной 10 °С.

Задача № 13 Подпорная прямоугольная вертикальная стенка шириной  $b=200$  м сдерживает напор воды высотой  $H=10$  м. Определить силу полного давления на стенку  $P$  и опрокидывающий момент  $M$ . Построить эпюру давлений.

Задача № 14 Определить усилие, стремящееся разорвать полностью наполненную нефтью железнодорожную цистерну, если плотность нефти  $900 \text{ кг/м}^3$ , длина цистерны  $10 \text{ м}$ , а диаметр  $3 \text{ м}$ .

Задача № 15 Человек поднимает в обычных условиях железный шар весом  $G_0=300 \text{ Н}$ . Какого веса шар может быть им поднят под водой?

Задача № 16 Доказать, что если при вращении жидкости около вертикальной оси угловая скорость частиц убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от оси вращения, то течение потенциально. Найти потенциал скорости и функцию тока  $\psi$ .

Задача № 17 Скорость частиц жидкости, совершающей вращение вокруг вертикальной оси, изменяется обратно пропорционально расстоянию от оси вращения. Найти значение циркуляции вдоль линии тока.

Задача № 18 Найти уравнение линии тока плоского потока, заданного потенциалом скоростей  $\varphi=ax^2$ , вычислить циркуляцию скорости  $\Gamma$  вдоль прямоугольника произвольной величины, стороны которого параллельны осям координат.

Задача № 19 Плоский установившийся поток задан проекциями скоростей на оси координат:  $V_x = 2x/R^{1/2}$ ;  $V_y = 2y/R^{1/2}$ , где  $R = X^2 + Y^2$ . Найти потенциал скоростей  $\varphi$  и уравнение линий тока.

Задача № 20 Исследовать плоский поток и найти функцию тока, если  $V_x = ax^2$ ,  $V_y = -2axy$ .

Задача № 21 В поток жидкости, имеющий в поперечном сечении  $\omega_1$  расход  $Q_1$ , вливается другой поток такой же жидкости, характеризующийся расходом  $Q_2$ . Определить живое сечение бокового притока  $\omega_2$  и сечение потока после слияния, считая скорости во всех сечениях одинаковыми.

Задача № 22 По трубопроводу диаметром  $d=156 \text{ мм}$  прокачивают мазут плотностью  $\rho=900 \text{ кг/м}^3$ . Определить объёмный расход  $Q$  и среднюю по расходу скорость  $V_{cp}$ , если массовый расход  $G=50\,000 \text{ кг/час}$ .

Задача № 23 По газопроводу диаметром  $d=156 \text{ мм}$  перекачивают газ, динамическая вязкость которого  $\mu=8.95 \cdot 10^{-5} \text{ н·сек/м}^2$ , плотность  $\rho=1 \text{ кг/м}^3$ , массовый расход  $G=0.2 \text{ кг/с}$ . Определить характер движения и приведенную скорость.

Задача № 24 Определить критическую среднюю скорость, при которой движение воды по трубопроводу диаметром  $d=100 \text{ мм}$  переходит из ламинарного в турбулентное, если температура воды  $t=20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Задача № 25 По трубе диаметром  $D=200 \text{ мм}$  течет нефть в количестве  $Q=60 \text{ л/с}$ . Определить, какое количество воды должно протекать по трубе диаметром  $d=150 \text{ мм}$ , чтобы движение в обеих трубах было гидродинамически подобным. Кинематические вязкости нефти и воды при температуре прокачки:  $\nu_n=0,14 \text{ см}^2/\text{с}$ ;  $\nu_v=0,01 \text{ см}^2/\text{с}$ .

Задача № 26 По горизонтальной трубе переменного сечения протекает идеальная жидкость с удельным весом  $\gamma=8,32 \text{ кН/м}^3$  в количестве  $q=10 \text{ л/с}$ . Определить пьезометрические высоты в сечениях 1, 2, 3, если  $d_1=d_3=100 \text{ мм}$ ;  $d_2=25 \text{ мм}$ ;  $p_1=0,3 \text{ МПа}$ .

Задача № 27 Для измерения скорости воздушного потока используется трубка Пито - Прандтля с двумя отверстиями для измерения давления: динамическим  $p_0$  и статическим  $p$  (см. Рис. 2.1). Определить скорость воздушного потока, если показание дифференциального жидкостного манометра, подсоединенного к ним и залитого водой, равно  $100 \text{ мм}$ . Температура в потоке  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

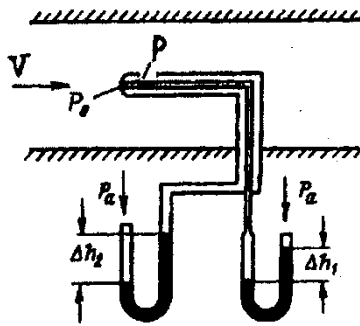


Рис. 2.1

**Задача № 28** Расход жидкости в трубопроводе измеряется с помощью расходомера Вентури. Определить расход воды, если показание подсоединенного к нему ртутного дифференциального манометра равно 300 мм. Диаметр трубки Вентури в широкой части 60 мм, в узкой - 30 мм.

**Задача № 29** По газопроводу передается газ в количестве 6 млн. м<sup>3</sup>/сутки. По трассе расположены компрессорные станции, которые дают абсолютное давление газа на выходе  $p_1=40$  ата. Степень повышения давления в компрессоре 1,4, т.е. давление  $p_2$  на входе следующей станции должно быть равно 28,2 ата. Труба газопровода имеет диаметр 630 мм. Определить расстояние между компрессорными станциями подкачки, если нормальная плотность газа при давлении 760 мм равна 0,722 кг/м<sup>3</sup>. Температура газа при перекачке 20 °С. Коэффициент гидравлического трения при этих условиях равен  $\lambda=0,02$ .

**Задача № 30** Требуется определить давление в начале водопровода диаметра 150 мм и длиной 20 км, если расход составляет 1500 м<sup>3</sup>/сутки, а давление в конце трубопровода должно быть 1,5 ати. Температуру принять равной 20 °С. Найти также требуемую мощность насоса, если коэффициент полезного действия насоса 80 %.

**Задача № 31** Определить гидравлический уклон  $i$  в трубопроводе постоянного диаметра длиной  $L = 10$  км при перекачке воды, если в начале трубы давление  $p_1$  больше, чем давление в конце  $p_2$ , на величину  $\Delta p=3000$  кН/м<sup>2</sup>, и конец трубы расположен выше начала на  $\Delta Z=20$  м.

**Задача № 32** Определить осевую скорость в трубе диаметром  $d=120$  мм при ламинарном движении, если измеренная на расстоянии  $y=40$  мм от стенки местная скорость  $V=1,51$  м/с.

**Задача № 33** По прямой трубе длиной  $L=1$  км, диаметром  $d=100$  мм протекает ламинарный поток жидкости со средней скоростью  $V_{cp}=0,2$  м/с. Определить потерю напора на трение  $h_f$ , если кинематическая вязкость жидкости  $\nu=0,4$  см<sup>2</sup>/с.

**Задача № 34** Алюминиевый шарик диаметром  $d=3$  мм падает в масле с постоянной скоростью  $V=3$  см/с. Определить кинематическую вязкость масла, имеющего плотность  $\rho=0,88$  г/см<sup>3</sup>.

**Задача № 35** Труба имеет внезапное расширение от диаметра  $d_1=100$  мм до диаметра  $d_2=300$  мм. Определить потерю напора  $h_m$  и коэффициент местного сопротивления, если объемный расход  $Q=35,3$  л/с.

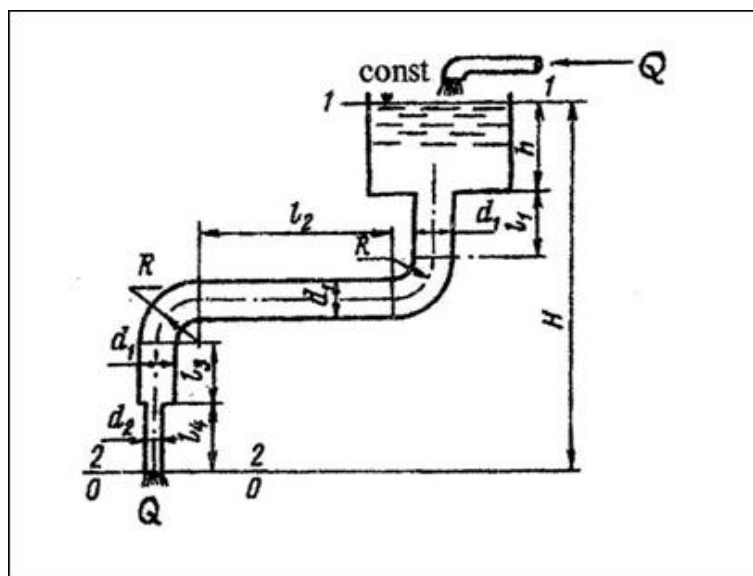
**Задача № 36** Определить коэффициент скорости  $\phi$  при истечении воды из внешнего горизонтального цилиндрического насадка, снабженного на конце вентилем и коленом, изогнутым под прямым углом. Отношение диаметра насадка  $d$  к радиусу закругления колена  $R$   $d/R=0,2$ ; отношение полной длины насадка  $L$  к его диаметру  $d$   $L/d=10$ ; коэффициент сопротивления входа в насадок  $\zeta=1,2$ ; коэффициент трения  $\lambda=0,02$ .

**Задача № 37** Определить начальную скорость истечения воды из отверстия в дне сосуда, заполненного слоями воды и масла одинаковой толщины 1 м. Относительная плотность масла 0,8. Потерями напора пренебречь.

**Иметь навыки (ОПК-4.2):**

**Задача № 38** Определить расход воды, вытекающей из трубы (Рис. 2.18), по следующим данным:

| Величина   | Варианты |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            | 0        | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
| $h$ , м    | 5.2      | 4.8 | 6.1 | 3.7 | 5.0 | 4.2 | 5.3 | 6.4 | 7.0 | 4.5 |
| $l_1$ , м  | 3.3      | 2.8 | 3.1 | 4.0 | 3.2 | 2.5 | 2.2 | 3.7 | 2.4 | 3.4 |
| $l_2$ , м  | 7.1      | 6.8 | 7.5 | 6.1 | 6.3 | 7.4 | 8.0 | 7.9 | 6.5 | 6.9 |
| $l_3$ , м  | 2.7      | 3.2 | 3.0 | 2.5 | 2.8 | 3.3 | 2.9 | 2.7 | 3.1 | 3.2 |
| $l_4$ , м  | 2.4      | 2.1 | 3.0 | 2.7 | 2.5 | 2.2 | 2.9 | 3.1 | 2.8 | 2.2 |
| $d_1$ , мм | 135      | 140 | 165 | 180 | 150 | 170 | 130 | 250 | 160 | 150 |
| $d_2$ , мм | 78       | 92  | 85  | 75  | 89  | 102 | 93  | 85  | 95  | 77  |
| $R$ , мм   | 160      | 200 | 190 | 175 | 120 | 210 | 145 | 280 | 155 | 182 |



**Задача № 39** Тело движется в стратосфере на высоте 20 км со скоростью  $V=1000$  км/ч. Определить значение критерия Маха и коэффициента  $\lambda$ , если давление воздуха  $p=54,4$  мбар, плотность  $\rho=90$  г/м<sup>3</sup>.

**Задача № 40** Определить повышение температуры воздуха  $\Delta T$  перед движущимся в нем со скоростью  $V=1000$  м/с артиллерийским снарядом.

**Задача № 41** Метан при давлении  $p=1$  МПа имеет плотность  $\rho=6,29$  кг/м<sup>3</sup>. Скорость течения газа  $w=80$  м/с. Определить температуру, которую покажет термометр, поставленный в потоке газа. Теплоемкость метана  $C_p=0,53$  ккал/(кг·°С).

**Задача № 42** Поток воздуха при давлении  $p=1$  МПа и температуре  $t=-8$  °С течет со скоростью  $w=100$  м/с. Определить температуру  $T_0$ , давление  $p_0$  и плотность  $\rho_0$  этого потока при адиабатическом торможении до состояния покоя, а также найти скорость звука в потоке.

**Задача № 43** Трубка Пито - Прандтля вмонтирована в крыло самолета, летящего на высоте 3000 м. На этой высоте атмосферное давление составляет 0,07 МПа и скорость звука  $a=329$  м/с.

Давление торможения на носике трубки оказалось равным 0,11 МПа. Какова скорость полета самолета?

**Задача № 44** Сопло Лаваля, имеющее диаметр критического сечения 50 мм и диаметр выходного сечения 75 мм, подсоединено к баллону, в котором температура  $T_0=400$  °К и абсолютное давление  $p_0=1,2$  МПа. Работает ли сопло в расчетном режиме, если наружное давление равно 0,1 МПа? Какова скорость истечения из сопла и каков секундный расход воздуха?

**Задача № 45** Определить теоретическую скорость адиабатического истечения кислорода, находящегося под давлением  $p_1=7$  МПа, в среду с противодавлением  $p_2=0,2$  МПа при температуре  $t= - 50$  °С. Найти также критическую скорость звука  $a_{кр}$ .

**Задача № 46** Известны параметры в заводской воздушной магистрали  $p_0=0,5$  МПа и  $T_0=300$  °К. Суммарная площадь щелей и неплотностей соединений, способствующих утечке воздуха, составляет 5 см<sup>2</sup>. Определить массовый расход утечки воздуха из воздухопровода в атмосферу.

**Задача № 47** Для получения сверхзвукового потока воздуха с коэффициентом скорости  $\lambda=1,65$  на выходе применяют сопло Лаваля. Площадь критического сечения сопла 20 см<sup>2</sup>. Воздух вытекает в свободную атмосферу с давлением 0,1 МПа. Каково должно быть расчетное давление в ресивере, откуда происходит истечение? Температура в ресивере  $T_0=300$  °К.

**Задача № 48** Определить скорость потока после прямого скачка уплотнения при течении воздуха по трубе со скоростью до скачка  $w_1=600$  м/с при давлении  $p_1=3$  МПа и температуре  $t_1=27$  °С, а также определить параметры заторможенного потока.

**Задача № 49** В одном из сечений идеального сверхзвукового сопла давление в потоке  $p_1$ , температура торможения  $T_0$  и коэффициент скорости  $\lambda_1$ . Найти значения давления и коэффициента скорости  $\lambda_2$  воздуха ( $k=1,4$ ) в сечении 2, где температура равна  $T_2$ ; определить безразмерные значения площадей сечений 1 и 2 и их соотношение. Задачу решить для следующих значений величин:

| Величина    | Варианты |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|             | 0        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| $p_1$ , МПа | 0.54     | 0.48 | 0.53 | 0.50 | 0.58 | 0.60 | 0.62 | 0.51 | 0.57 | 0.55 |
| $T_0$ , °К  | 310      | 302  | 318  | 311  | 340  | 327  | 314  | 319  | 328  | 334  |
| $\lambda_1$ | 0.57     | 0.43 | 0.61 | 0.58 | 0.60 | 0.55 | 0.61 | 0.59 | 0.62 | 0.48 |
| $T_2$ , °К  | 240      | 245  | 241  | 237  | 244  | 243  | 250  | 247  | 251  | 237  |

**Задача № 50** Определить утечку газа через лабиринтовые уплотнения газовой турбины по следующим данным:

| Величина                                    | Варианты                   |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|---|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|   | 0                          | 1                            | 2                            | 3                            | 4                            | 5                            | 6                            | 7                            | 8                            | 9                            |
| Давление перед уплотнением $P_1$ , МПа      | 0.7                        | 0.5                          | 0.6                          | 0.4                          | 0.5                          | 0.3                          | 0.8                          | 0.4                          | 0.6                          | 0.65                         |
| Температура газа $t_1$ , °С                 | 550                        | 450                          | 600                          | 480                          | 610                          | 510                          | 620                          | 700                          | 570                          | 490                          |
| Давление за уплотнением $P_2$ , МПа         | 0.10                       | 0.18                         | 0.10                         | 0.16                         | 0.15                         | 0.14                         | 0.13                         | 0.17                         | 0.1                          | 0.11                         |
| Число щелей (гребешков) $Z$                 | 10                         | 7                            | 12                           | 15                           | 20                           | 7                            | 15                           | 10                           | 12                           | 10                           |
| Расчетное сечении щели $f$ , м <sup>2</sup> | 2<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 1.8<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 2.1<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 1.7<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 1.8<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 1.6<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 2.2<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 1.6<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 1.8<br>x<br>10 <sup>-5</sup> | 1.6<br>x<br>10 <sup>-5</sup> |

|                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Коэффициент расхода, $\mu$ | 0.85 | 0.82 | 0.90 | 0.78 | 0.81 | 0.83 | 0.77 | 0.80 | 0.79 | 0.75 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

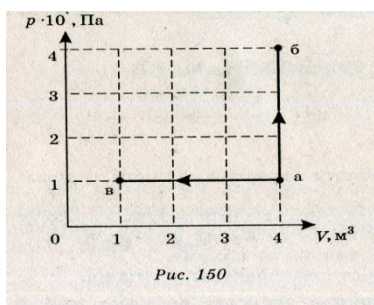
Задача № 51 Определить основные размеры дозвукового эжектора

по следующим данным:

| Поток        | Величина                             | Варианты |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|--------------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|              |                                      | 0        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| Эжектирующий | Расход $G_1$ , кг/с                  | 0,15     | 0,2  | 0,3  | 0,18 | 0,4  | 0,31 | 0,22 | 0,25 | 0,4  | 0,32 |
|              | Температура $t_1$ , °C               | 150      | 200  | 180  | 210  | 250  | 300  | 280  | 260  | 215  | 185  |
|              | Давление $p_1$ , МПа                 | 0,18     | 0,20 | 0,21 | 0,19 | 0,17 | 0,24 | 0,23 | 0,18 | 0,16 | 0,20 |
| Эжектируемый | Расход $G_2$ , кг/с                  | 0,31     | 0,4  | 0,42 | 0,51 | 0,65 | 0,6  | 0,4  | 0,5  | 0,45 | 0,5  |
|              | Температура $t_2$ , °C               | 18       | 20   | 10   | 15   | 12   | 25   | 30   | 17   | 19   | 14   |
|              | Давление $p_2$ , МПа                 | 0,10     | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,09 |
|              | Сопротивление на всасывании $h$ , Па | 1000     | 800  | 2000 | 1500 | 1800 | 2500 | 700  | 850  | 1600 | 1700 |
|              | КПД диффузора, $\eta$                | 0,6      | 0,45 | 0,65 | 0,48 | 0,52 | 0,56 | 0,47 | 0,51 | 0,57 | 0,55 |

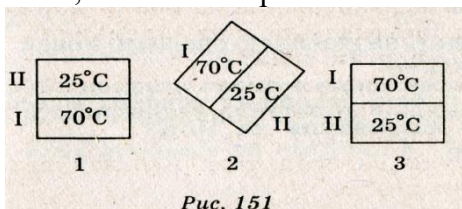
**Типовой комплект заданий для входного тестирования**

1. Внутренняя энергия данной массы реального газа...
  - А. Не зависит ни от температуры, ни от объема.
  - Б. Не зависит ни от каких факторов.
  - В. Зависит только от объема.
  - Г. Зависит от температуры и объема.
2. Внутреннюю энергию системы можно изменить (выберите наиболее точное продолжение фразы...
  - А.. Только путем совершения работы.
  - Б. Только путем теплопередачи.
  - В. Путем совершения работы и теплопередачи.
  - Г. Среди ответов нет правильного.
3. В процессе плавления твердого тела подводимое тепло идет на разрыв межатомных (межмолекулярных) связей и разрушение дальнего порядка в кристаллах. Происходит ли при плавлении изменение внутренней энергии тела?
  - А. Внутренняя энергия тела не изменяется.
  - Б. Внутренняя энергия тела увеличивается.
  - В. Внутренняя энергия тела уменьшается.
  - Г. Внутренняя энергия тела иногда увеличивается, иногда уменьшается.
4. Какой тепловой процесс изменения состояния газа происходит без теплообмена?
  - А. Изобарный.
  - Б. Изохорный.
  - В. Изотермический.
  - Г. Адиабатный.
5. Идеальный газ переводится из одного состояния в другое двумя способами: а—б и а—в (см. рис.). Какому состоянию соответствует наибольшая температура?



- А. а.
- Б. б.
- В. в.
- Г. а и в.

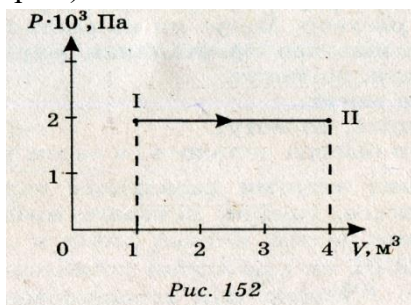
6. Два одинаковых твердых тела, имеющих различные температуры, привели в соприкосновение так, показано на рис. Какое из перечисленных ниже утверждений является верным?



- А. Теплопередача осуществляется только в положения 1 от тела I к телу II.
- Б. Теплопередача осуществляется только в положении 2 от тела II к телу I.
- В. Теплопередача осуществляется только в положении 3 от тела II к телу I.
- Г. При любом положении тел теплопередача осуществляется от тела I к телу II.

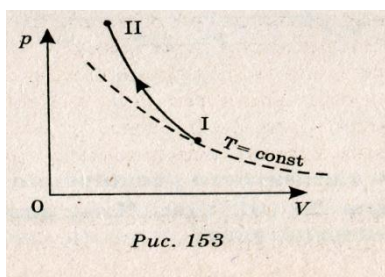


7. Чему равна работа, совершенная газом при переходе его из состояния I в состояние II (см. рис.)?



- А. 8 кДж.
- Б. 6 кДж.
- В. 6 Дж.
- Г. 8 мДж.

8. Внутренняя энергия идеального газа при адиабатном процессе, график которого представлен на рис.

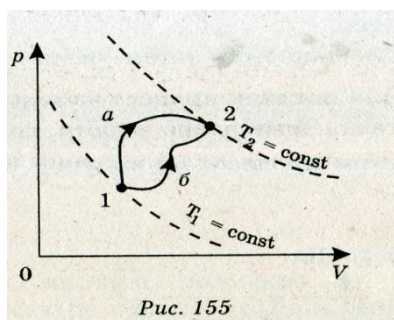


- а. Не изменяется.
- Б. Увеличивается.
- В. Уменьшается.
- Г. Сначала уменьшается, затем увеличивается

9. Водород и гелий равной массы, взятые при одинаковых давлениях, нагревают на 20 К. Одинаковая ли работа совершается при этом?

- А. Работа, совершенная водородом, в 2 раза больше.
- Б. Работа, совершенная гелием, в 2 раза больше.
- В. Совершаются равные работы.
- Г. По условию задачи невозможно сравнить работы, совершенные газами.

10. Идеальный газ переводится из первого состояния во второе двумя способами: 1—а—2 и 1—б—2. В каком случае газу передано большее количество теплоты?



- А. 1—а—2.
- Б. 1—б—2.
- В. В обоих случаях передается одинаковое количество теплоты.
- Г. По условию задачи невозможно сравнить переданное газу тепло.

11. В процессе адиабатного расширения газ совершает работу, равную  $3 \cdot 10^{10}$  Дж. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

- А. 0.
- Б.  $3 \cdot 10^{10}$  Дж.
- В.  $-3 \cdot 10^{10}$  Дж.
- Г. Изменение внутренней энергии может принимать любое значение.

12. Какую работу совершил водород массой 2 кг при изобарном нагревании на 10 К?

- А. = 83 кДж.
- Б. = 83 Дж.
- В. 0.

$\Gamma = 125$  кДж.

13. Тепловая машина получила от нагревателя 0,4 МДж теплоты и отдала холодильнику 0,1 МДж теплоты. Чему равен КПД такой тепловой машины?

- А. 100%.
- Б.  $> 100\%$ .
- В. 75%.
- Г. 25%

Часть Б

14. В стакан с водой опустили кристаллы марганцовки. Через некоторое время получился равномерно окрашенный раствор. Могут ли из раствора самопроизвольно образоваться кристаллики марганцовки?

- А. Если нагреть, то могут.
- Б. Никогда не могут.
- В. Если охладить, то могут.
- Г. Могут, если быстро охладить, а затем нагреть.

15. На рис. показан процесс изменения состояния идеального газа. Чему равна работа, совершенная газом, если в этом процессе он получил  $6 \cdot 10^5$  Дж теплоты?

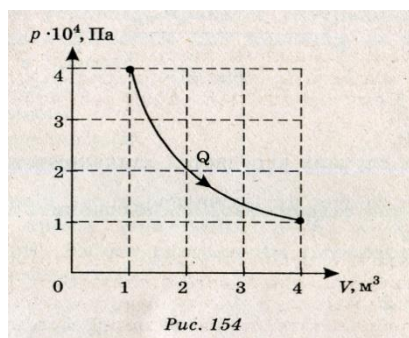


Рис. 154

- А. 0.
- Б.  $-6 \cdot 10^5$  Дж.
- В.  $6 \cdot 10^5$  Дж.
- Г.  $3 \cdot 10^4$  Дж.

16. Чему равна работа, совершенная газом при переходе его из состояния I в состояние II (см. рис.)?

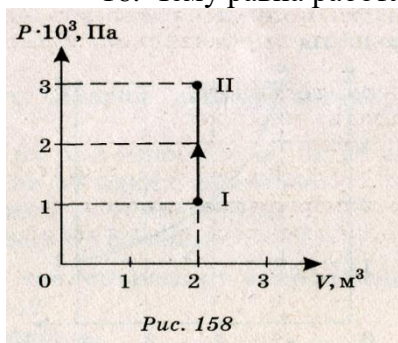


Рис. 158

- А. 4 кДж.
- Б. 6 кДж.
- В. 0.
- Г. Работа может принимать любое значение.

8. Чему равна внутренняя энергия 1 моль одноатомного идеального газа, находящегося при температуре  $27^\circ\text{C}$ ?

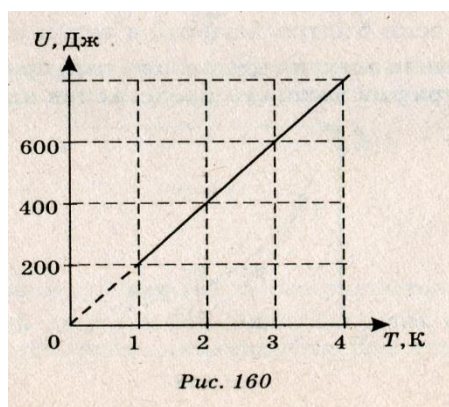
- А. 0
- Б. 3740 Дж.
- В. 7479 Дж.
- Г. 2493 Дж.

17. Газ получил 500 Дж теплоты. При этом его внутренняя энергия увеличилась на 300 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

- А. 200 Дж.
- Б. 800 Дж.
- В. 0.

Г. 500 Дж.

18. Какое значение КПД может иметь идеальная тепловая машина с температурой нагревателя  $527^\circ\text{C}$  и температурой холодильника  $-27^\circ\text{C}$ ?



- А. 100%.
  - Б.  $> 100\%$ .
  - В. = 95%.
  - Г. = 63%.
- Часть Б

19. Если в стакан с водой опустить кусочек сахара и размешать, то получится раствор сахара. Может ли из раствора самопроизвольно образоваться кусочек сахара?

- А. Если нагреть, то может.
- Б. Если охладить, то может.
- В. Никогда не может.
- Г. Может, если быстро нагреть, а затем охладить.

20. В процессе изохорного нагревания газ получил 15 МДж теплоты. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

- А. 15 МДж.
- Б. -15 МДж.
- В. 0.
- Г. Определенно ответить нельзя.

## Типовой комплект заданий для итогового тестирования

## Уметь (ОПК-4.1):

1. Назовите основные физические свойства жидкости.
  - а) плотность, удельный вес, вязкость;
  - б) плотность, вязкость, сжимаемость;
  - в) плотность, удельный вес, сжимаемость, вязкость.
  - г) жесткость, текучесть.
2. При помощи какого прибора определяется плотность жидкости?
  - а) вискозиметр Стокса;
  - б) ареометр;
  - в) сталагмометр;
  - г) термометр.
3. В каких единицах измеряется кинематический коэффициент вязкости (в системе СИ)?
  - а) стокс;
  - б) паскаль;
  - в) ньютон;
  - г) пуаз;
  - д) джоуль.
4. Как определяется гидравлический радиус и гидравлический диаметр?
  - а) гидравлический радиус  $R_c$  – внутренний радиус трубопровода, гидравлический диаметр  $D_c = 2R_c$ ;
  - б) гидравлический радиус  $R_c$  – внутренний радиус трубопровода, гидравлический диаметр  $D_c = 4R_c$ ;
  - в) гидравлический радиус  $R_c = S/x$ , гидравлический диаметр  $D_c = 2R_c$ ;
  - г) гидравлический радиус  $R_c = S/x$ , гидравлический диаметр  $D_c = 4R_c$ .
5. Приращение давления в покоящейся жидкости происходит за счет каких сил?
  - а) поверхностных;
  - б) массовых;
  - в) сил давления;
  - г) сил трения.
6. Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение сжатия от действия гидростатического давления?
  - а) находящиеся на дне резервуара;
  - б) находящиеся на свободной поверхности;
  - в) находящиеся у боковых стенок резервуара;
  - г) находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости.
7. Как формулируется закон Паскаля?
  - а) «Внешнее давление, производимое на жидкость, заключенную в замкнутом сосуде, передается этой жидкостью во все стороны без изменения»;
  - б) «Тело, погруженное в жидкость, теряет
8. Что такое поток жидкости?

- а) множество линий тока жидкости;
- б) совокупность элементарных струек жидкости;
- в) совокупность трубок тока жидкости;
- г) поперечное сечение.

9. Реальной жидкостью называется жидкость,

- а) не существующая в природе;
- б) находящаяся при реальных условиях;
- в) в которой присутствует внутреннее трение;
- г) способная быстро испаряться.

10. Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется

- а) средний расход потока жидкости;
- б) средняя скорость потока;
- в) максимальная скорость потока;
- г) минимальный расход потока.

11. В чем заключается геометрический смысл уравнения Бернулли?

- а) для потока реальной жидкости сумма трех высот (геометрической, пьезометрической и высоты скоростного напора) есть величина постоянная;
- б) для элементарной струйки реальной жидкости сумма трех высот (геометрической, пьезометрической и высоты скоростного напора) есть величина постоянная;
- в) при установившемся движении элементарной струйки идеальной жидкости сумма трех высот (геометрической, пьезометрической и высоты скоростного напора) есть величина постоянная.

12. Каким будет число Рейнольдса, если скорость жидкости  $\vartheta = 10$  м/с, внутренний диаметр трубопровода  $d = 10$  мм, кинематический коэффициент вязкости жидкости  $\nu = 10$  сСт?

- а) 10;
- б) 1000;
- в) 100;
- г) 10000.

13. При истечении жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре расход жидкости определяется по формуле

- а)  $Q = \mu S \sqrt{2gH_0}$ ;
- б)  $Q = \vartheta S = const$ ;
- в)  $Q = \frac{V}{t}$ ;
- г)  $Q = \vartheta S$ .

14. Что такое плотность жидкости?

- а) отношение массы жидкости к ее объему;
- б) отношение веса жидкости к ее объему;
- в) отношение силы тяжести жидкости к ее объему;
- г) отношение массы к весу жидкости.

15. По какой формуле определяется коэффициент теплового расширения?

- а)  $\beta_v = \frac{\Delta V}{V} \frac{1}{\Delta T}$ ;
- б)  $\beta_v = \frac{\Delta V}{V} \frac{1}{\Delta P}$

$$в) \beta_T = \frac{\Delta V}{V} \frac{1}{\Delta T};$$

$$г) V = \frac{\Delta S}{S} \frac{1}{\Delta T}$$

16. Какую размерность имеет стокс?

а)  $\text{м}^3 / \text{с};$

б)  $\text{см};$

в)  $\text{см}^2 / \text{с};$

г)  $\text{м}.$

17. Какая из приведенных зависимостей является формулой основного уравнения гидростатики?

а)  $p = p_0 + \rho gh$

б)  $p = \xi \frac{v^2}{2} \rho$

в)  $p = \frac{F}{S}$

г)  $p = \xi \frac{v^2}{2} \mu$

18. Приведите пример гидравлической установки, действие которой основано на законе Паскаля.

а) расходомер Вентури;

б) гидравлический пресс;

в) гидромурфта;

г) гидротрансформатор.

19. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?

а) 100 МПа;

б) 0,1 МПа;

в) 10 ГПа;

г) 1000 Па.

20. Как направлено гидростатическое давление к площадке, на которую оно действует?

а) по внутренней нормали;

б) по внешней нормали;

в) параллельно;

г) перпендикулярно.

21. Что понимается под напорным потоком жидкости?

а) поток жидкости, ограниченный твердыми стенками не со всех сторон;

б) совокупность элементарных струек жидкости;

в) поток жидкости, ограниченный твердыми стенками со всех сторон;

г) совокупность трубок тока.

**Уметь (ОПК-4.2):**

22. Идеальной жидкостью называется

а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение, несжимаемая, нерасширяющаяся;

б) жидкость, подходящая для применения;

в) жидкость, способная сжиматься; г) жидкость, существующая только в опре

г)  $h = \mu / \rho g.$

23. Вязкость жидкости при увеличении температуры

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной;
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

24. При помощи какого прибора определяется поверхностное натяжение жидкости?

- а) ареометр;
- б) вискозиметр;
- в) термометр;
- г) сталагмометр.

25. Трубчатая поверхность, образуемая линиями тока с бесконечно малым поперечным сечением, называется

- а) трубка тока;
- б) трубка потока;
- в) линия тока;
- г) элементарная струйка.

26. Течение жидкости со свободной поверхностью называется

- а) установившееся;
- б) напорное;
- в) безнапорное;
- г) свободное.

27. Какой буквой обозначается давление?

- а)  $p$ ;
- б)  $F$ ;
- в)  $\vartheta$  ;
- г)  $E$ .

28. Сжимаемость это свойство жидкости

- а) изменять свою форму под действием давления;
- б) изменять свой объем под действием давления;
- в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму;
- г) изменять свой объем без воздействия давления.

29. Вязкость жидкости это

- а) способность сопротивляться скольжению или сдвигу слоев жидкости;
- б) способность преодолевать внутреннее трение жидкости;
- в) способность преодолевать силу трения жидкости между твердыми стенками;
- г) способность перетекать по поверхности за минимальное время.

30. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- а)  $\nu$ ;
- б)  $\mu$ ;
- в)  $\eta$ ;
- г)  $\tau$ .

31. "Давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково"

- а) это - закон Ньютона;
- б) это - закон Паскаля;
- в) это - закон Никурадзе;
- г) это - закон Жуковского.

32. Закон Паскаля гласит

- а) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково;
- б) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики;
- в) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности;
- г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жидкости

33. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением  $\frac{P}{\rho g}$  называется

- а) скоростной высотой;
- б) геометрической высотой;
- в) пьезометрической высотой;
- г) потерянной высотой.

34. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением  $\alpha \frac{v^2}{2g}$  называется

- а) пьезометрической высотой;
- б) скоростной высотой;
- в) геометрической высотой;
- г) такого члена не существует.



### Типовые задания к лабораторным работам

***Иметь навыки (ОПК-4.1):***

Лабораторная работа №1 Определение режима течения жидкости и газа

Лабораторная работа №2 Иллюстрация уравнения Бернулли

***Иметь навыки (ОПК-4.2):***

Лабораторная работа №3 Испытание насосов, подключенных параллельно и последовательно

Лабораторная работа №4 Исследование поля скоростей и давлений в рабочей части воздушной струи

Лабораторная работа №5 Аэродинамические испытания вентиляционной сети