

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

**Кафедра ТБ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 04.06.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Гидравлика и аэродинамика систем ТГВ*

**Направление подготовки**

*08.03.01 Строительство*

**Профиль подготовки**

*Теплогазоснабжение и вентиляция*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>3</b>	<b>108 / 3</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>49,85</b>	<b>58,15</b>	<b>Зач.</b>
<b>Итого</b>	<b>108 / 3</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>49,85</b>	<b>58,15</b>	

**Муром, 2019 г.**

## 1. Цель освоения дисциплины

Цели дисциплины: теоретическое рассмотрение и практическое закрепление основных законов равновесия и движения жидкости, которые необходимы для понимания и определения энергетики потока, используемого при создании и эксплуатации различного гидравлического оборудования.

Задачей изучения дисциплины является формирование у студентов знаний и умений использовать классические законы равновесия и движения жидкости при разработке и эксплуатации систем комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Курс базируется на знаниях, полученных студентами по высшей математике, физике, химии, механики жидкости и газа. Углубление и расширение вопросов, изложенных в данном курсе, будет осуществляться во время работы студентов над дисциплинами: Внутренние системы водоснабжения и водоотведения, Отопление, Вентиляция и многих других, а также при написании бакалаврских работ.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способен выполнять обоснование проектных решений систем теплогасоснабжения и вентиляции	ПК-2.3 Рассчитывает теплотехнические и гидравлические параметры системы теплоснабжения (газоснабжения)	знать основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидравлического оборудования и гидротехнических систем (ПК-2.3) уметь рассчитывать гидравлические параметры системы теплоснабжения (ПК-2.3)	вопросы к устному опросу
	ПК-2.4 Проводит расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха	знать основные подходы к формализации и моделированию движения и равновесия жидкости и газа (ПК-2.4) уметь проводит расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха (ПК-2.4)	

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

##### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Характеристика жидкостей	3	2	10						14	устный опрос
2	Статика. Кинематика жидкости	3	2	14						16	устный опрос
3	Гидрогазодинамика. Основные законы	3	2	8						8	устный опрос
4	Энергетика потоков. Определение потерь энергии	3	2							5	устный опрос
5	Расчет трубопроводов	3	2							5	устный опрос
6	Неустановившееся движение. Гидравлический удар	3	2							5	устный опрос
7	Основы теории подобие	3	2							5	устный опрос
8	Теория истечения жидкости. Теория течения идеального газа	3	2							0,15	устный опрос
Всего за семестр		108	16	32				1,6	0,25	58,15	Зач.
Итого		108	16	32				1,6	0,25	58,15	

##### 4.1.2. Содержание дисциплины

###### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 3

*Раздел 1. Введение. Характеристика жидкостей*

###### Лекция 1.

Введение. Характеристика жидкостей (2 часа).

*Раздел 2. Статика. Кинематика жидкости*

###### Лекция 2.

Статика. Кинематика жидкости (2 часа).

*Раздел 3. Гидрогазодинамика. Основные законы*

**Лекция 3.**

Гидрогазодинамика. Основные законы (2 часа).

*Раздел 4. Энергетика потоков. Определение потерь энергии*

**Лекция 4.**

Энергетика потоков. Определение потерь энергии (2 часа).

*Раздел 5. Расчет трубопроводов*

**Лекция 5.**

Расчет трубопроводов (2 часа).

*Раздел 6. Неустойчивое движение. Гидравлический удар*

**Лекция 6.**

Неустойчивое движение. Гидравлический удар (2 часа).

*Раздел 7. Основы теории подобия*

**Лекция 7.**

Основы теории подобия (2 часа).

*Раздел 8. Теория истечения жидкости. Теория течения идеального газа*

**Лекция 8.**

Теория истечения жидкости. Теория течения идеального газа (2 часа).

#### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

**Семестр 3**

*Раздел 1. Введение. Характеристика жидкостей*

**Практическое занятие 1**

Гидростатики и гидродинамика (2 часа).

**Практическое занятие 2**

Механическая энергия. Законы сохранения энергии для идеальной жидкости и реальной жидкости (2 часа).

**Практическое занятие 3**

Закон сохранения массы. Законы сохранения массы и энергии при движении газа (2 часа).

**Практическое занятие 4**

Расчет газопроводов (2 часа).

**Практическое занятие 5**

Расчет трубопроводов (2 часа).

*Раздел 2. Статика. Кинематика жидкостей*

**Практическое занятие 6**

Определение силы или давления (2 часа).

**Практическое занятие 7**

Определение расхода жидкости (2 часа).

**Практическое занятие 8**

Определение диаметра трубопровода (2 часа).

**Практическое занятие 9**

Расчет гидравлически длинного трубопровода постоянного диаметра (2 часа).

**Практическое занятие 10**

Кавитационный расчет (2 часа).

**Практическое занятие 11**

Определение скорости и расхода при истечении жидкости через отверстия и насадки (2 часа).

**Практическое занятие 12**

Расчет трубопровода из последовательно соединенных труб (2 часа).

*Раздел 3. Гидрогазодинамика. Основные законы*

**Практическое занятие 13**

Расчет параллельного соединения труб (2 часа).

#### **Практическое занятие 14**

Расчет трубопровода с непрерывным распределением расхода по длине (2 часа).

#### **Практическое занятие 15**

Расчет коротких трубопроводов (2 часа).

#### **Практическое занятие 16**

Расчет каналов и труб при неполном заполнении (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Уравнение движения в напряжениях.
2. Уравнение равновесия жидкости.
3. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме.
4. Эквипотенциальные поверхности и поверхности равного давления.
5. Равновесие однородной несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Закон Паскаля. Гидростатический закон распределения давления.
6. Определение силы давления жидкости на поверхности тел.
7. Плоская поверхность.
8. Установившееся и неустановившееся движение жидкости.
9. Уравнение неразрывности (сплошности).
10. Струйная модель потока.
11. Уравнение неразрывности для струйки.
12. Ускорение жидкой частицы.
13. Анализ движения жидкой частицы.
14. Циркуляция скорости в потенциальном поле.
15. Функция тока плоского течения.
16. Гидромеханический смысл функции тока.
17. Связь потенциала скорости и функции тока.
18. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра.
19. Энергетический смысл уравнения Бернулли.
20. Уравнение Бернулли в форме напоров.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

## 4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоём- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
<b>3</b>	<b>108 / 3</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>4</b>	<b>0,5</b>	<b>20,5</b>	<b>83,75</b>	<b>Зач.(3,75)</b>
<b>Итого</b>	<b>108 / 3</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>4</b>	<b>0,5</b>	<b>20,5</b>	<b>83,75</b>	<b>3,75</b>

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Характеристика жидкостей	3	2							12	устный опрос
2	Статика. Кинематика жидкости	3	2							8	устный опрос
3	Гидрогазодинамика. Основные законы	3	2	4						8	устный опрос
4	Энергетика потоков. Определение потерь энергии	3	2							8	устный опрос
5	Расчет трубопроводов	3		4						9	устный опрос
6	Неустановившееся движение. Гидравлический удар	3								18	устный опрос
7	Основы теории подобие	3								10	устный опрос
8	Теория истечения жидкости. Теория течения идеального газа	3								10,75	устный опрос
Всего за семестр		108	8	8		+		4	0,5	83,75	Зач.(3,75)
Итого		108	8	8				4	0,5	83,75	3,75

## **4.2.2. Содержание дисциплины**

### **4.2.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Введение. Характеристика жидкостей*

##### **Лекция 1.**

Введение. Характеристика жидкостей (2 часа).

*Раздел 2. Статика. Кинематика жидкости*

##### **Лекция 2.**

Статика. Кинематика жидкости (2 часа).

*Раздел 3. Гидрогазодинамика. Основные законы*

##### **Лекция 3.**

Гидрогазодинамика. Основные законы (2 часа).

*Раздел 4. Энергетика потоков. Определение потерь энергии*

##### **Лекция 4.**

Энергетика потоков. Определение потерь энергии (2 часа).

### **4.2.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 3**

*Раздел 3. Гидрогазодинамика. Основные законы*

##### **Практическое занятие 1.**

Механическая энергия. Законы сохранения энергии для идеальной жидкости и реальной жидкости (2 часа).

##### **Практическое занятие 2.**

Закон сохранения массы. Законы сохранения массы и энергии при движении газа (2 часа).

*Раздел 5. Расчет трубопроводов*

##### **Практическое занятие 3.**

Расчет трубопроводов (2 часа).

##### **Практическое занятие 4.**

Определение силы или давления (2 часа).

### **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Уравнение движения в напряжениях.
2. Уравнение равновесия жидкости.
3. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме.
4. Эквипотенциальные поверхности и поверхности равного давления.
5. Равновесие однородной несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Закон Паскаля.

Гидростатический закон распределения давления.

6. Определение силы давления жидкости на поверхности тел.
7. Плоская поверхность.
8. Установившееся и неустановившееся движение жидкости.
9. Уравнение неразрывности (сплошности).
10. Струйная модель потока.
11. Уравнение неразрывности для струйки.
12. Ускорение жидкой частицы.
13. Анализ движения жидкой частицы.
14. Циркуляция скорости в потенциальном поле.
15. Функция тока плоского течения.

16. Гидромеханический смысл функции тока.
17. Связь потенциала скорости и функции тока.
18. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра.
19. Энергетический смысл уравнения Бернулли.
20. Уравнение Бернулли в форме напоров.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. Уравнение движения в напряжениях.
2. Уравнение равновесия жидкости.
3. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме.
4. Эквипотенциальные поверхности и поверхности равного давления.
5. Равновесие однородной несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Закон Паскаля. Гидростатический закон распределения давления.
6. Определение силы давления жидкости на поверхности тел.
7. Плоская поверхность.
8. Установившееся и неустановившееся движение жидкости.
9. Уравнение неразрывности (сплошности).
10. Струйная модель потока.
11. Уравнение неразрывности для струйки.
12. Ускорение жидкой частицы.
13. Анализ движения жидкой частицы.
14. Циркуляция скорости в потенциальном поле.
15. Функция тока плоского течения.
16. Гидромеханический смысл функции тока.
17. Связь потенциала скорости и функции тока.
18. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра.
19. Энергетический смысл уравнения Бернулли.
20. Уравнение Бернулли в форме напоров.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

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

#### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Викулин, П. Д. Гидравлика и аэродинамика систем водоснабжения и водоотведения : учебник / П. Д. Викулин, В. Б. Викулина. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018. — 396 с. - <http://www.iprbookshop.ru/86292>



2. Лушин, К. И. Основы гидравлики и аэродинамики систем теплогазоснабжения и вентиляции : учебно-методическое пособие / К. И. Лушин, Н. Ю. Плющенко. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2019. — 65 с. - <http://www.iprbookshop.ru/95525>
3. Усиков, С. М. Основы аэродинамики и гидравлика инженерных систем : учебно-методическое пособие / С. М. Усиков. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2019. — 53 с. - <http://www.iprbookshop.ru/95524>
4. Иваненко, И. И. Гидравлика : учебное пособие / И. И. Иваненко. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 150 с. - <http://www.iprbookshop.ru/18992>
5. Феокистов, А. Ю. Аэродинамика вентиляции. Механика Аэрозолей : учебное пособие / А. Ю. Феокистов. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. — 92 с. - <http://www.iprbookshop.ru/28339>

## **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Зуев К. И. Гидравлические системы: методические указания по курсам "Гидравлика" и "Механика жидкостей и газов": в 2 ч. Ч. 2: Гидравлические приводы, гидроаппаратура, устройства гидроавтоматики. [Электронный ресурс]: 2011.- 44с. - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/2987>
2. Зуев К. И. Гидравлические системы: методические указания по курсам «Гидравлика» и «Механика жидкостей и газов»: в 2 ч. Ч. 1: Гидравлические машины. [Электронный ресурс]: 2009. - 41 с. <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/1483>
3. Тарасенко В. И., Угорова С. В., Зуев К. И., Мельников В. М. Методические указания к лабораторным работам по общей гидравлике для студентов очной и заочной форм обучения машиностроительных специальностей по курсам "Гидравлика" и "Механика жидкостей и газов". [Электронный ресурс]: 2011. - 44 с. - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3003>
4. Крестин, Е. А. Примеры решения задач по гидравлике : учебное пособие / Е. А. Крестин. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 203 с. - <http://www.iprbookshop.ru/20449>

## **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Вестник МГСУ. <http://vestnikmgsu.ru/>

Некоммерческое Партнерство "Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике" <https://www.abok.ru/>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

## **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)  
[vestnikmgsu.ru](http://vestnikmgsu.ru)  
[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория

проектор SANYO PDG - DSU 20; ноутбук HP.

Лаборатория водоотведения и водоподготовки

Стенд «Определение гидравлических характеристик водопроводной сети»; комплекс лабораторный «Исследование параметров работы насосов»; макет «Насос»; комплект учебно-наглядных пособий.

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

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с изучением гидравлических процессов. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*08.03.01 Строительство* и профилю подготовки *Теплогазоснабжение и вентиляция*  
Рабочую программу составил к.т.н., доцент Лазуткина Н.А. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 16 от 29.05.2019 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 29.05.2019 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Соловьев Л.П.*  
(Подпись) (Ф.И.О.)

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине  
Гидравлика и аэродинамика систем ТГВ**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости  
по дисциплине**

Тесты:

1. Что такое гидромеханика?

- наука о движении жидкости;
- наука о равновесии жидкостей;
- наука о взаимодействии жидкостей;
- наука о равновесии и движении жидкостей.

2. На какие разделы делится гидромеханика?

- гидротехника и гидрогеология;
- техническая механика и теоретическая механика;
- гидравлика и гидрология;
- механика жидких тел и механика газообразных тел.

3. Что такое жидкость?

- физическое вещество, способное заполнять пустоты;
- физическое вещество, способное изменять форму под действием сил;
- физическое вещество, способное изменять свой объем;
- физическое вещество, способное течь.

4. Какая из этих жидкостей не является капельной?

- ртуть;
- керосин;
- нефть;
- азот.

5. Какая из этих жидкостей не является газообразной?

- жидкий азот;
- ртуть;
- водород;
- кислород;

6. Реальной жидкостью называется жидкость

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

7. Идеальной жидкостью называется

- жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
- жидкость, подходящая для применения;
- жидкость, способная сжиматься;
- жидкость, существующая только в определенных условиях.

8. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

- в паскалях;
- в джоулях;
- в барах;
- в стоках.

9. Если давление ниже атмосферного, то его называют:

- абсолютным;
- недостаточным;
- избыточным;
- давление вакуума.

10. Какое давление обычно показывает манометр?

- абсолютное;

- избыточное;
- атмосферное;
- давление вакуума.

11. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?

- 100 МПа;
- 100 кПа;
- 10 ГПа;
- 1000 Па.

12. Давление определяется

- отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия;
- произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия;
- отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость;
- отношением разности действующих усилий к площади воздействия.

13. Массу жидкости заключенную в единице объема называют

- весом;
- удельным весом;
- удельной плотностью;
- плотностью.

14. Вес жидкости в единице объема называют

- плотностью;
- удельным весом;
- удельной плотностью;
- весом.

15. При увеличении температуры удельный вес жидкости

- уменьшается;
- увеличивается;
- сначала увеличивается, а затем уменьшается;
- не изменяется.

16. Сжимаемость это свойство жидкости

- изменять свою форму под действием давления;
- изменять свой объем под действием давления;
- сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму;
- изменять свой объем без воздействия давления.

17. Вязкость жидкости это

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

18. Вязкость жидкости не характеризуется

- кинематическим коэффициентом вязкости;
- динамическим коэффициентом вязкости;
- градусами Энглера;
- статическим коэффициентом вязкости.

19. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- $\nu$ ;
- $\mu$ ;
- $\eta$ ;
- $\tau$ .

20. Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- $\nu$ ;
- $\mu$ ;
- $\eta$ ;
- $\tau$ .

21. Вязкость жидкости при увеличении температуры

- увеличивается;
- уменьшается;
- остается неизменной;
- сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

20. Как называются разделы, на которые делится гидравлика?

- гидростатика и гидромеханика;
- гидромеханика и гидродинамика;
- гидростатика и гидродинамика;
- гидрология и гидромеханика.

23. Раздел гидравлики, в котором рассматриваются законы равновесия жидкости, называется

- гидростатика;
- гидродинамика;
- гидромеханика;
- гидравлическая теория равновесия.

24. Гидростатическое давление - это давление присутствующее

- в движущейся жидкости;
- в покоящейся жидкости;
- в жидкости, находящейся под избыточным давлением;
- в жидкости, помещенной в резервуар.

25. Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение сжатия от действия гидростатического давления?

- находящиеся на дне резервуара;
- находящиеся на свободной поверхности;
- находящиеся у боковых стенок резервуара;
- находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости.

26. свойство гидростатического давления гласит

- в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
- в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;
- в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

27. Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется

- основным уравнением гидростатики;
- основным уравнением гидродинамики;
- основным уравнением гидромеханики;
- основным уравнением гидродинамической теории.

28. Основное уравнение гидростатики позволяет

- определять давление, действующее на свободную поверхность;
- определять давление на дне резервуара;
- определять давление в любой точке рассматриваемого объема;
- определять давление, действующее на погруженное в жидкость тело.

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

- это - закон Ньютона;
- это - закон Паскаля;
- это - закон Никурадзе;
- это - закон Жуковского.

30. Закон Паскаля гласит

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

31. Чему равно гидростатическое давление в точке А ?

- 19,62 кПа;
- 31,43 кПа;
- 21,62 кПа;
- 103 кПа.

32. Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется

- открытым сечением;
- живым сечением;
- полным сечением;
- площадью расхода.

33. Часть периметра живого сечения, ограниченная твердыми стенками называется

- мокрый периметр;
- периметр контакта;
- смоченный периметр;
- гидравлический периметр.

34. Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется

- расход потока;
- объемный поток;
- скорость потока;
- скорость расхода.

35. Отношение живого сечения к смоченному периметру называется

- гидравлическая скорость потока;
- гидродинамический расход потока;
- расход потока;
- гидравлический радиус потока.

36. Если при движении жидкости в данной точке русла давление и скорость не изменяются, то такое движение называется

- установившимся;
- не установившимся;
- турбулентным установившимся;
- ламинарным не установившимся.

37. Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется

- ламинарным;
- стационарным;
- не установившимся;
- турбулентным.

38. Расход потока обозначается латинской буквой

- Q;
- V;
- P;
- H.



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

- трубка тока;
- трубка потока;
- линия тока;
- элементарная струйка.

40. Элементарная струйка - это

- трубка потока, окруженная линиями тока;
- часть потока, заключенная внутри трубки тока;
- объем потока, движущийся вдоль линии тока;
- неразрывный поток с произвольной траекторией.

41. Течение жидкости со свободной поверхностью называется

- установившееся;
- напорное;
- безнапорное;
- свободное.

42. Течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением называется

- безнапорное;
- напорное;
- неустановившееся;
- несвободное (закрытое).

43. Уравнение неразрывности течений имеет вид

- $s_1 v_2 = s_2 v_1 = \text{const}$ ;
- $s_1 v_1 = s_2 v_2 = \text{const}$ ;
- $s_1 s_2 = v_1 v_2 = \text{const}$ ;
- $s_1 / v_1 = s_2 / v_2 = \text{const}$ .

44. Член уравнения Бернулли, обозначаемый буквой  $z$ , называется

- геометрической высотой;
- пьезометрической высотой;
- скоростной высотой;
- потерянной высотой.

45. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением называется

- скоростной высотой;
- геометрической высотой;
- пьезометрической высотой;
- потерянной высотой.

46. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением называется

- пьезометрической высотой;
- скоростной высотой;
- геометрической высотой;
- такого члена не существует.

47. Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между

- давлением, расходом и скоростью;
- скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса;
- давлением, скоростью и геометрической высотой;
- геометрической высотой, скоростью, расходом.

48. Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает

- разность между уровнем полной и пьезометрической энергией;
- изменение пьезометрической энергии;
- скоростную энергию;
- уровень полной энергии.

49. Линейные потери вызваны

- силой трения между слоями жидкости;

- местными сопротивлениями;
- длиной трубопровода;
- вязкостью жидкости.

50. Местные потери энергии вызваны

- наличием линейных сопротивлений;
- наличием местных сопротивлений;
- массой движущейся жидкости;
- инерцией движущейся жидкости.

51. Для измерения скорости потока используется

- трубка Пито;
- пьезометр;
- вискозиметр;
- трубка Вентури.

52. Для измерения расхода жидкости используется

- трубка Пито;
- расходомер Пито;
- расходомер Вентури;
- пьезометр.

53. Линейные потери вызваны

- силой трения между слоями жидкости;
- местными сопротивлениями;
- длиной трубопровода;
- вязкостью жидкости.

54. Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту  $H = 15$  см. Чему равна скорость жидкости в трубопроводе

- 2,94 м/с;
- 17,2 м/с;
- 1,72 м/с;
- 8,64 м/с.

55. На какие виды делятся гидравлические сопротивления?

- линейные и квадратичные;
- местные и нелинейные;
- нелинейные и линейные;
- местные и линейные.

56. Ламинарный режим движения жидкости это

- режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода;

- режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно;
- режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц;
- режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только у стенок трубопровода.

57. Турбулентный режим движения жидкости это

- режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (движутся послойно);

- режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно;
- режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно;
- режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода.

58. При каком режиме движения жидкости в трубопроводе пульсация скоростей и давлений не происходит?

- при отсутствии движения жидкости;
- при спокойном;
- при турбулентном;
- при ламинарном.

59. При каком режиме движения жидкости в трубопроводе наблюдается пульсация скоростей и давлений в трубопроводе?

- при ламинарном;
- при скоростном;
- при турбулентном;
- при отсутствии движения жидкости.

60. При ламинарном движении жидкости в трубопроводе наблюдаются следующие явления

- пульсация скоростей и давлений;
- отсутствие пульсации скоростей и давлений;
- пульсация скоростей и отсутствие пульсации давлений;
- пульсация давлений и отсутствие пульсации скоростей.

61. При турбулентном движении жидкости в трубопроводе наблюдаются следующие явления

- пульсация скоростей и давлений;
- отсутствие пульсации скоростей и давлений;
- пульсация скоростей и отсутствие пульсации давлений;
- пульсация давлений и отсутствие пульсации скоростей.

62. Где скорость движения жидкости максимальна при турбулентном режиме?

- у стенок трубопровода;
- в центре трубопровода;
- может быть максимальна в любом месте;
- все частицы движутся с одинаковой скоростью.

63. Где скорость движения жидкости максимальна при ламинарном режиме?

- у стенок трубопровода;
- в центре трубопровода;
- может быть максимальна в любом месте;
- в начале трубопровода.

64. От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?

- от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;

- от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;
- от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;
- от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости

жидкости.

65. Критическое значение числа Рейнольдса равно

- 2300;
- 3200;
- 4000;
- 4600.

66. При  $Re > 4000$  режим движения жидкости

- ламинарный;
- переходный;
- турбулентный;
- кавитационный.

67. При  $Re < 2300$  режим движения жидкости

- кавитационный;
- турбулентный;
- переходный;
- ламинарный.

68. При  $2300 < Re < 4000$  режим движения жидкости

- ламинарный;
- турбулентный;
- переходный;

-кавитационный.

69. Какие трубы имеют наименьшую абсолютную шероховатость?

- чугуны;
- стеклянные;
- стальные;
- медные.

70. Укажите в порядке возрастания абсолютной шероховатости материалы труб.

- медь, сталь, чугун, стекло;
- стекло, медь, сталь, чугун;
- стекло, сталь, медь, чугун;
- сталь, стекло, чугун, медь.

71. Что такое сопло?

- диффузор с плавно сопряженными цилиндрическими и коническими частями;
- постепенное сужение трубы, у которого входной диаметр в два раза больше выходного;

- конфузор с плавно сопряженными цилиндрическими и коническими частями;
- конфузор с плавно сопряженными цилиндрическими и параболическими частями.

72. Что является основной причиной потери напора в местных гидравлических сопротивлениях

- наличие вихреобразований в местах изменения конфигурации потока;
- трение жидкости о внутренние острые кромки трубопровода;
- изменение направления и скорости движения жидкости;
- шероховатость стенок трубопровода и вязкость жидкости.

73. С помощью чего определяется режим движения жидкости?

- по графику Никурадзе;
- по номограмме Колбрука-Уайта;
- по числу Рейнольдса;
- по формуле Вейсбаха-Дарси.

74. Для чего служит формула Вейсбаха-Дарси?

- для определения числа Рейнольдса;
- для определения коэффициента гидравлического трения;
- для определения потерь напора;
- для определения коэффициента потерь местного сопротивления.

75. Коэффициент сжатия струи обозначается греческой буквой

- $\varepsilon$ ;
- $\mu$ ;
- $\varphi$ ;
- $\xi$ .

76. Коэффициент расхода обозначается греческой буквой

- $\varepsilon$ ;
- $\mu$ ;
- $\varphi$ ;
- $\xi$ .

77. Диаметр отверстия в резервуаре равен 10 мм, а диаметр истекающей через это отверстие струи равен 8 мм. Чему равен коэффициент сжатия струи?

- 1,08;
- 1,25;
- 0,08;
- 0,8.

78. Что такое короткий трубопровод?

- трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают 5...10% местных потерь напора;
- трубопровод, в котором местные потери напора превышают 5...10% потерь напора по длине;

- трубопровод, длина которого не превышает значения 100d;
  - трубопровод постоянного сечения, не имеющий местных сопротивлений.
79. Что такое длинный трубопровод?
- трубопровод, длина которого превышает значение 100d;
  - трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают 5...10% местных потерь напора;
  - трубопровод, в котором местные потери напора меньше 5...10% потерь напора по длине;
  - трубопровод постоянного сечения с местными сопротивлениями.
80. На какие виды делятся длинные трубопроводы?
- на параллельные и последовательные;
  - на простые и сложные;
  - на прямолинейные и криволинейные;
  - на разветвленные и составные.
81. Какие трубопроводы называются простыми?
- последовательно соединенные трубопроводы одного или различных сечений без ответвлений;
  - параллельно соединенные трубопроводы одного сечения;
  - трубопроводы, не содержащие местных сопротивлений;
  - последовательно соединенные трубопроводы содержащие не более одного ответвления.
82. Какие трубопроводы называются сложными?
- последовательные трубопроводы, в которых основную долю потерь энергии составляют местные сопротивления;
  - параллельно соединенные трубопроводы разных сечений;
  - трубопроводы, имеющие местные сопротивления;
  - трубопроводы, образующие систему труб с одним или несколькими ответвлениями.
83. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости называется
- гидравлическим ударом;
  - гидравлическим напором;
  - гидравлическим скачком;
  - гидравлический прыжок.

#### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	отчет по практической работе, устный опрос	До 20 баллов
Рейтинг-контроль 2	отчет по практической работе, устный опрос	До 25 баллов
Рейтинг-контроль 3	отчет по практической работе, устный опрос	До 30 баллов
Посещение занятий студентом		До 5 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		До 10 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		До 10 баллов

## 2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

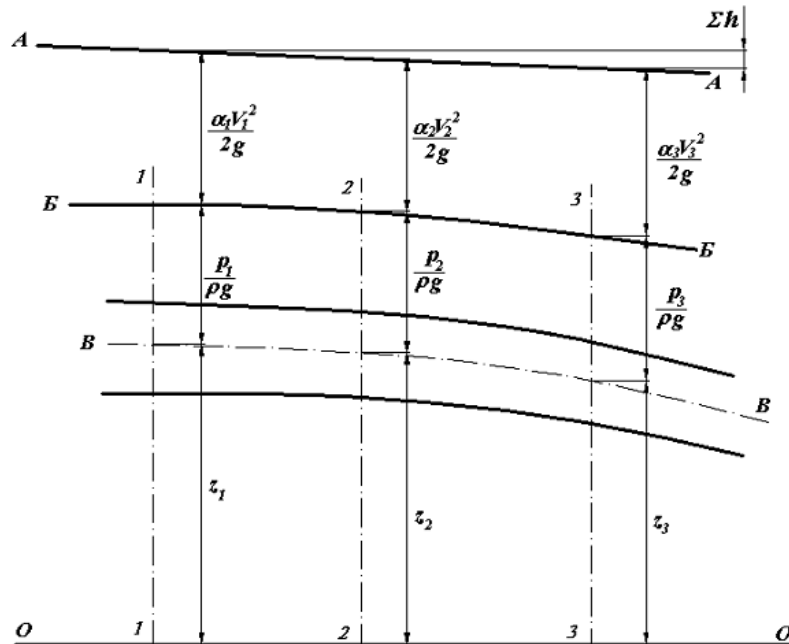
Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

ПК-2:

Блок 1 (знать).

1. Тема: Напряжения в движущейся вязкой жидкости, уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости, режимы движения жидкости

Укажите на рисунке между сечениями 1-1 и 3-3 линию пьезометрического напора.



Б-Б

А-А

В-В

О-О

2. Тема: Динамика невязкой жидкости: дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнение Эйлера), уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости, энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости при действии сил тяжести и сил давления имеет вид ...

$$\bullet \quad z + \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = const$$

$$z + \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} = const$$

$$z + \frac{p}{g} + \frac{v^2}{g} = const$$

$$\frac{v^2}{2g} = const$$

3. Тема: Критерии гидродинамического подобия

Критерий Ньютона имеет вид \_\_\_\_\_, где  $\rho$  – плотность,  $l$  – геометрический параметр,  $V$  – скорость,  $P$  – сила.

$$\bullet \quad Ne = \frac{p}{\rho l^2 V^2}, \text{ где } Ne_H = Ne_M$$

$$Ne = \frac{V^2 p}{\rho l^2}, \text{ где } Ne_H = Ne_M$$

$$Ne = \frac{l^2 p}{\rho V^2}, \text{ где } Ne_H = Ne_M$$

$$Ne = \frac{p l^2}{\rho V^2}, \text{ где } Ne_H \neq Ne_M$$

4. **Тема: Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Поверхности равного давления**

Гидростатическое давление в точке, согласно второму свойству гидростатического давления, ...

**Не зависит от угла наклона площади действия**

Зависит от угла наклона площади действия

Всегда равно нулю

Непрерывно возрастает

5. **Тема: Способы описания движения жидкости, потоки жидкости**

Средняя скорость жидкости в трубе круглого сечения с гидравлическим радиусом, равным 1 м, при расходе 5 м<sup>3</sup>/с, равна \_\_\_\_ м/с.

0,4

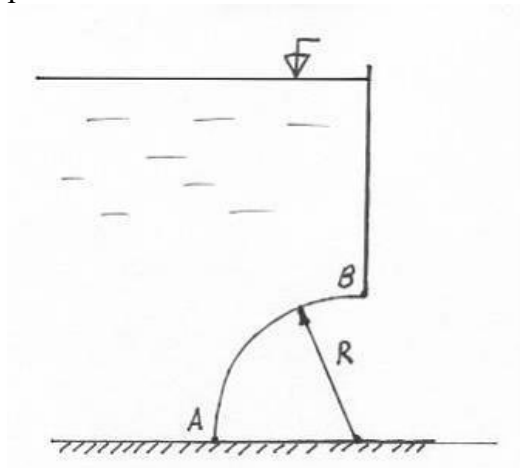
0,2

1

0,5

6. **Тема: Закон Паскаля, эпюры давления, силы давления жидкостей на плоские и криволинейные поверхности**

Имеется цилиндрическая поверхность АВ с радиусом 1 м, шириной 2 м и глубиной воды 4 м. На поверхность жидкости действует избыточное давление, равное примерно 10000 Па. Тогда вертикальная составляющая силы весового гидростатического давления приблизительно равна \_\_\_\_ кН.



84,3

168,6

16,86

8,43

7. **Тема: Обозначение и единицы измерения**

Единицей измерения работы является ...

Дж

Фз

Дин

Пз

8. **Тема: Основные определения, краткая история развития науки**

Гидравликой называется часть ...

**механики, изучающая законы равновесия и движения жидкостей (газов)**

гидротехники, изучающая законы поведения жидкостей (газов)

раздела механики твердого тела, изучающая законы равновесия и движения жидкостей (газов)

механики, изучающая законы движения тел

9. **Тема: Истечение под уровень**

Перепад уровней воды между баками равен 2 м, а диаметр отверстия 5 см. Расход воды при истечении из внешнего цилиндрического насадка, расположенного в стенке открытого бака, при истечении под уровень равен \_\_\_\_ м<sup>3</sup>/с.

0,01

0,005

0,1

0,05

10. **Тема: Истечение при переменном напоре**

Площадь бака 0,5 м<sup>2</sup>, высота бака 150 см, диаметр отверстия 0,05 м. Бак прямоугольной формы заполнен водой и имеет в дне малое отверстие, через которое происходит его опорожнение. Время опорожнения бака составляет \_\_\_\_ мин.

3,8

3,0

38

30

11. **Тема: Истечение через насадки**

Если расход воды составляет 0,004 м<sup>3</sup>/с, заглубление его под уровень воды 3 м, то диаметр внутреннего цилиндрического насадка, расположенного в стенке открытого бака, приблизительно равен \_\_\_\_ см.

3,1

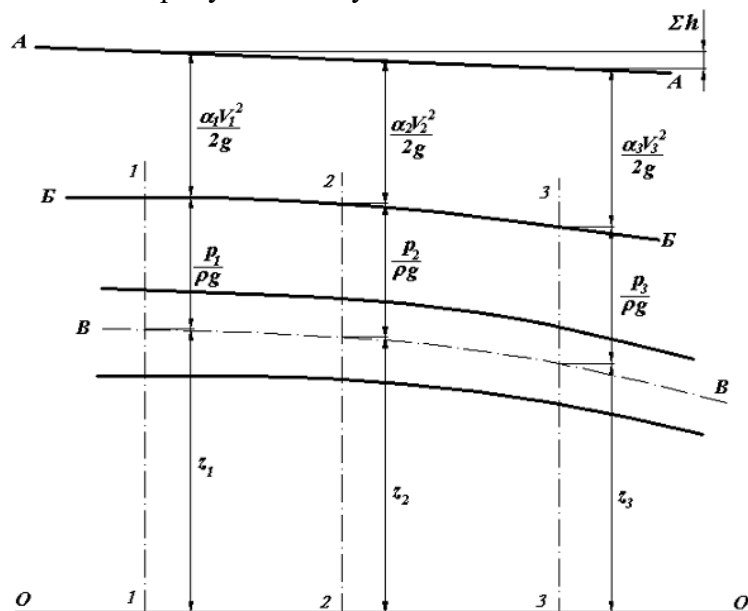
6,2

1,55

15,5

12. **Тема: Напряжения в движущейся вязкой жидкости, уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости, режимы движения жидкости**

Укажите на рисунке между сечениями 1–1 и 3–3 плоскость сравнения.



O-O



А-А

Б-Б

В-В

13. **Тема: Моделирование гидродинамических явлений. Теория подобия**

Для кинематически подобных систем обязательным является выполнение постоянного соотношения между ...

**линейными размерами и кинематическими характеристиками**

линейными размерами и динамическими параметрами

кинематическими и динамическими характеристиками

динамическими параметрами и кинематической вязкостью

14. **Тема: Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Поверхности равного давления**

Гидростатическим давлением в точке называется ...

**предел отношения силы давления к площади, при площади, стремящейся к нулю**

сила давления на единичную площадь

среднее давление в точке, деленное на кинематическую вязкость при ее стремлении к единице  
произведение среднего вакуумметрического давления на объем при стремлении объема к бесконечности

15. **Тема: Жидкость. Гипотеза сплошности среды. Основные физические величины**

В жидкостях и газах могут действовать две категории сил, которые называют силами ...

**массовыми и поверхностными**

инерции и тяжести

давления и трения

трения и напряжения

16. **Тема: Расчет простых трубопроводов**

Трубопровод можно считать коротким ...

**если местные потери составляют более 3–5% от потерь по длине**

при длине менее 10 м

при длине менее 1000 м

если местные потери составляют менее 3–5% от потерь по длине

17. **Тема: Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение.**

**Потери напора при равномерном движении жидкости. Ламинарный режим**

Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при средней скорости равной 0,05 м/с, диаметре трубы 0,01 м и коэффициентом вязкости  $10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с составляет ...

**0,128**

0,032

0,016

0,064

18. **Тема: Потери напора при равномерном движении жидкости. Турбулентный режим движения жидкости**

Если длина трубы 200 м, средняя скорость 1,2 м/с, диаметр трубы 0,125 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,025, то потери по длине для потока жидкости равны ...

**2,94 м**

1,47 см

29,4 м

14,7 см

19. **Тема: Абсолютный и относительный покой жидкости**

Высота подъема воды в закрытом пьезометре, если точка его присоединения заглублена на 5 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 0,6 атм, равна \_\_\_\_\_ м.

**11**

6

2

0

20. **Тема: Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Поверхности равного давления**

Гидростатическое давление в точке, согласно первому свойству гидростатического давления, всегда ...

**является сжимающим**

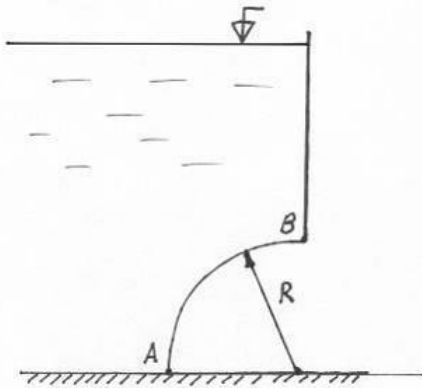
является растягивающим

равно нулю

стремится к бесконечности

21. **Тема: Закон Паскаля, эпюры давления, силы давления жидкостей на плоские и криволинейные поверхности**

Имеется цилиндрическая поверхность АВ с радиусом 1 м, шириной 2 м и глубиной воды 8 м. Тогда горизонтальная составляющая силы весового гидростатического давления приблизительно равна \_\_\_\_\_ кН.



150

15

300

30

22. **Тема: Истечение при переменном напоре**

Бак прямоугольной формы с водой имеет в дне малое отверстие, через которое происходит его опорожнение. Время опорожнения бака \_\_\_\_\_ раза, если уровень воды в баке увеличить в 4 раза.

**увеличится в 2**

увеличится в 4

уменьшится в 2

уменьшится в 4

23. **Тема: Жидкость. Гипотеза сплошности среды. Основные физические величины**

Сплошная среда представляет собой ...

**жидкость без разрывов и пустот, которая используется при исследованиях закономерностей покоя и движения жидкости**

математическую модель, означающую, что любая функция, характеризующая состояние жидкости, прерывается и не может быть дифференцирована

молекулярное соединение частиц, в котором учитывают межмолекулярные связи без воздействия внешних сил

совокупность частиц с их связями и взаимодействиями в твердом веществе с разрывами и пустотами

24. **Тема: Основные физические свойства жидкостей**

Коэффициент кинематической вязкости измеряется в ...

**м<sup>2</sup>/с**

м/с

м/с<sup>2</sup>

с<sup>-2</sup>

25. **Тема: Потери напора при равномерном движении жидкости. Турбулентный режим движения жидкости**

Если длина трубы 200 м, расход жидкости  $0,40 \text{ м}^3/\text{с}$ , диаметр трубы 0,5 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,03, то потери по длине для потока жидкости равны ...

**2,55 м**

25,5 см

5,1 мм

10,2 м

26. **Тема: Потери напора при неравномерном движении жидкости**

Коэффициент местных потерь на входе потока в трубу из бассейна или бака, равен ...

**0,5**

1,0

2,0

5,0

27. **Тема: Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение.**

**Потери напора при равномерном движении жидкости. Ламинарный режим**

Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при расходе жидкости равном  $40 \text{ см}^3/\text{с}$ , диаметре трубы 0,03 м и коэффициентом вязкости  $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  составляет ...

**0,038**

0,38

0,076

0,76

28. **Тема: Гидравлический расчет длинного трубопровода постоянного диаметра**

Если два закрытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 100 мм (модуль расхода  $K=53,9 \text{ л/с}$ ), длина трубы составляет 100 м, перепад уровней в баках равен 8 м, избыточное давление над уровнем жидкости в первом баке составляет 0,25 атм, во втором баке 0,45 атм, то скорость воды в трубопроводе равна \_\_\_\_\_ м/с.

**1,68**

16,8

8,4

4,2

29. **Тема: Основные определения, краткая история развития науки**

Турбинное уравнение впервые получено ученым ...

**Л. Эйлером**

Ю. Вейсбахом

Д. Полени

А. Безеном

30. **Тема: Абсолютный и относительный покой жидкости**

Пьезометрическая высота подъема воды в закрытом пьезометре, если точка его присоединения заглублена на 6 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 0,4 атм, равна \_\_\_\_\_ м.

**10**

6

4

20

31. **Тема: Потери напора при неравномерном движении жидкости**

Если диаметр круглой трубы уменьшается в 2 раза, а коэффициент отнесен к скоростному напору после сужения, то коэффициент сопротивления при резком сужении потока равен ...

**0,75**

0,5

0,25

1,0

32. **Тема: Истечение через насадки**

Если расход воды при истечении в атмосферу составляет  $0,003 \text{ м}^3/\text{с}$  и заглубление его под

уровень воды 2 м, то диаметр внешнего цилиндрического насадка, расположенного в стенке открытого бака, приблизительно равен \_\_\_\_ см.

2,7

1,35

5,4

10,8

33. **Тема: Способы описания движения жидкости, потоки жидкости**

Средняя скорость жидкости в трубе круглого сечения с гидравлическим радиусом, равным 0,5 м, при расходе  $2 \text{ м}^3/\text{с}$ , составляет \_\_\_\_ м/с.

0,636

6,36

0,0636

0,0318

34. **Тема: Расчет простых трубопроводов**

Модуль расхода является функцией ...

**Шероховатости и диаметра**

Шероховатости и материала

Расхода и шероховатости

Расхода и диаметра

35. **Тема: Моделирование гидродинамических явлений. Теория подобия**

Для динамически подобных систем обязательным является выполнение постоянного соотношения между ...

**линейными размерами, кинематическими параметрами и параметрами сил**

кинематическими параметрами и параметрами сил

линейными размерами и параметрами сил

линейными размерами и кинематическими параметрами

36. **Тема: Динамика невязкой жидкости: дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнение Эйлера), уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости, энергетическая интерпретация уравнения Бернулли**

Дифференциальное уравнение движения невязкой жидкости – уравнение Эйлера имеет следующий вид ...

$$\bullet \left\{ \begin{array}{l} X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{du_x}{dt}; \\ Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = \frac{du_z}{dt}; \\ Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{du_y}{dt}. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{du_x}{dt}; \\ Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = \frac{du_z}{dt}; \\ X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{du_y}{dt}. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{du_x}{dt}; \\ Z - \frac{1}{\rho} = \frac{du_z}{dt}; \\ Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{du_y}{dt}. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{du_x}{dt}; \\ \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = \frac{du_z}{dt}; \\ \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{du_y}{dt}. \end{array} \right.$$

37. **Тема: Обозначение и единицы измерения**

Единицей измерения средней скорости является ...

м/с

м<sup>2</sup>/с

с/м<sup>2</sup>

с<sup>2</sup>/м

38. **Тема: Расчет простых трубопроводов**

Формула Шези и производные от нее используются в области ...

**квадратичного сопротивления**

кубического сопротивления

доквадратичного сопротивления

докубического сопротивления

39. **Тема: Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода**

Если диаметр отверстия составляет 5 см, а заглубление его под уровень воды 4 м и над поверхностью жидкости избыточное давление составляет 25 кПа, то расход воды при истечении в атмосферу из малого отверстия в стенке закрытого бака при совершенном сжатии равен \_\_\_\_\_ л/с.

**13,7**

137

6,85

68,5

40. **Тема: Основные физические свойства жидкостей**

Зависимость динамической вязкости от температуры для чистой воды, предложенная Пуазейлем – ...

$$\bullet \mu = \mu_0 (1 + 0,00337t + 0,000221t^2)^{-1}$$

$$\mu = (1 + 0,00337t + 0,000221t^2)^{-1}$$

$$\mu = \mu_0 (1 + 0,00337)^{-1}$$

$$\mu = \mu_0 (0,00337t + 0,000221t^2)$$

41. **Тема: Истечение при переменном напоре**

Площадь бака 0,5 м<sup>2</sup>, высота бака 200 см, диаметр отверстия 0,05 м. Бак прямоугольной формы заполнен водой и имеет в дне внешний цилиндрический насадок, через которое происходит его опорожнение. Время опорожнения бака составляет \_\_\_\_\_ часа.

**0,55**

1,1

0,055

0,11

42. **Тема: Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода**

Определите скорость истечения воды в атмосферу из малого отверстия в стенке открытого бака при совершенном сжатии, если заглубление его под уровень воды 3 м равна \_\_\_\_\_ м/с.

7,5

3,75

1,9

0,45

43. **Тема: Критерии гидродинамического подобия**

Критерий Архимеда имеет вид \_\_\_\_\_, где  $l$  – линейный параметр,  $V$  – скорость,  $\rho - \rho_0$  – разность плотностей,  $g$  – ускорение свободного падения.

•  $Ar = \frac{gl}{V^2} \times \frac{\rho - \rho_0}{\rho}$ , где  $Ar_H = Ar_M$

$Ar = \frac{gl}{V} \times \frac{\rho - \rho_0}{\rho}$ , где  $Ar_H = Ar_M$

$Ar = \frac{gl}{V^2} + \frac{\rho - \rho_0}{\rho}$ , где  $Ar_H \neq Ar_M$

$Ar = \frac{gl}{V^2} - \frac{\rho - \rho_0}{\rho}$ , где  $Ar_H \neq Ar_M$

44. **Тема: Динамика невязкой жидкости: дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнение Эйлера), уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости, энергетическая интерпретация уравнения Бернулли**  
Силы внутреннего трения отсутствуют в ...

**Невязкой жидкости**

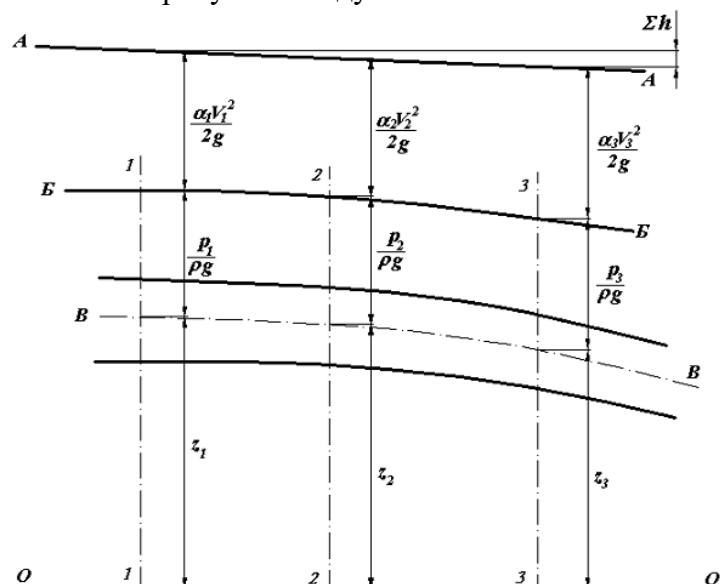
Вязкой жидкости

Твердом теле

В газообразном теле

45. **Тема: Напряжения в движущейся вязкой жидкости, уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости, режимы движения жидкости**

Укажите на рисунке между сечениями 1-1 и 3-3 напорную линию.



А-А

Б-Б

В-В

О-О

46. **Тема: Основные определения, краткая история развития науки**  
Ученый, перу которого принадлежит трактат «О плавающих телах», – это ...

**Архимед**

Аристотель

Шези

Ибад-Заде

47. **Тема: Истечение через насадки**

Если заглубление внутреннего цилиндрического насадка под уровень воды составляет 1 м, а скорость истечения 5 м/с, то избыточное давление над поверхностью воды в закрытом баке равно \_\_\_\_\_ кПа.

**15,3**

30,6

7,7

77

48. **Тема: Истечение под уровень**

Перепад уровней воды между баками равен 1,5 м. Скорость истечения воды из малого отверстия в стенке открытого бака при совершенном сжатии и истечении под уровень равна \_\_\_\_\_ м/с.

**3,36**

6,72

0,36

0,67

49. **Тема: Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение.**

**Потери напора при равномерном движении жидкости. Ламинарный режим**

Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при расходе жидкости равном  $10 \text{ см}^3/\text{с}$ , диаметре трубы 2 см и коэффициентом вязкости  $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  составляет ...

**0,1**

0,5

0,25

0,01

50. **Тема: Жидкость. Гипотеза сплошности среды. Основные физические величины**

Распределение массы по объему называют ...

**Плотностью жидкости**

Теплопроводностью

Весом

сплошностью

51. **Тема: Абсолютный и относительный покой жидкости**

Поверхностное абсолютное давление, если высота подъема воды в закрытом пьезометре составляет 5 м, а точка его присоединения заглублена на 4 м под уровень воды, составляет \_\_\_\_\_ атм.

**0,1**

0,5

0,4

1,1

52. **Тема: Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода**

Если заглубление малого отверстия под уровень воды 2 м, а над поверхностью жидкости избыточное давление составляет 10 кПа, то скорость истечения воды в атмосферу из малого отверстия в стенке закрытого бака при совершенном сжатии равна \_\_\_\_\_ м/с.

**7,52**

3,76

1,98

15

53.

**Тема: Истечение при переменном напоре**

Бак прямоугольной формы с водой имеет в дне малое отверстие, через которое происходит его опорожнение. Время опорожнения бака \_\_\_\_\_ раза, если площадь бака уменьшить в 4 раза.

уменьшится в 4

увеличится в 2

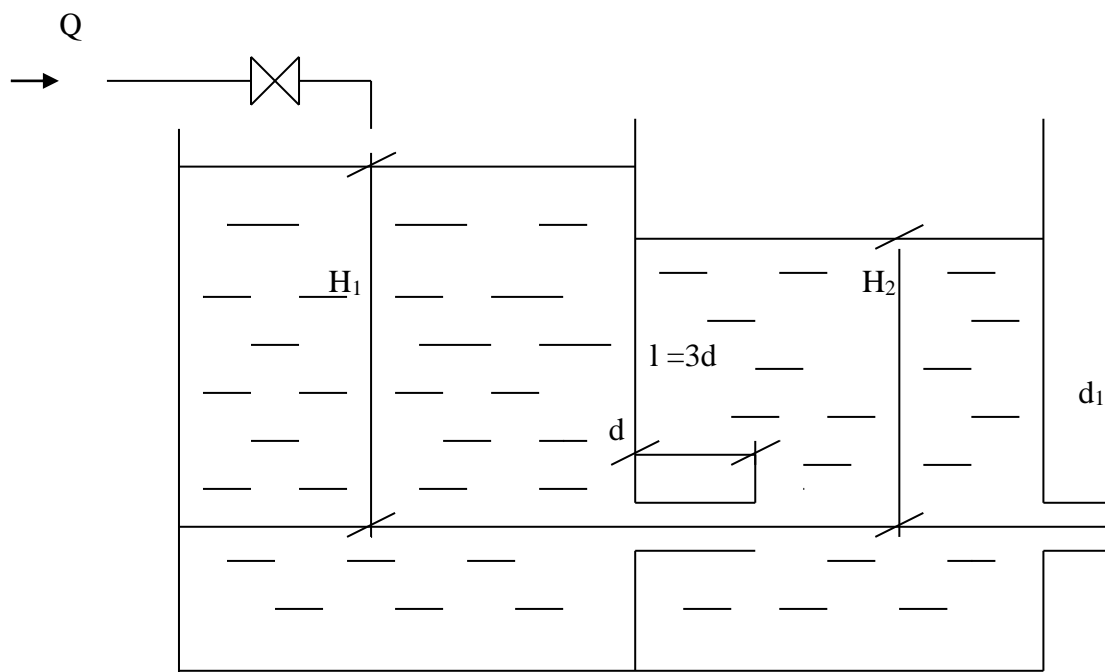
уменьшится в 2

увеличится в 4

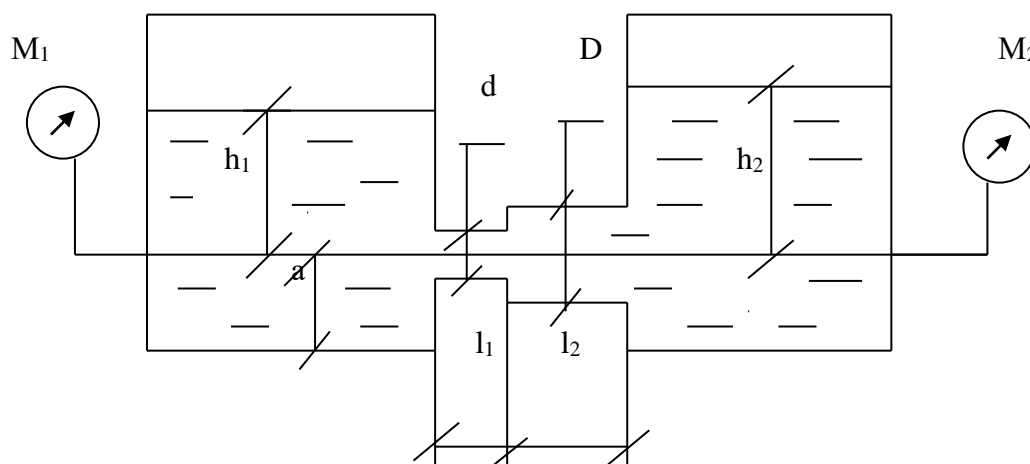
**Блок 2 (уметь).**

**Задачи:**

1. В бак, разделенной перегородкой на два отсека, подается вода в количестве  $Q=4$  л/с. В перегородке бака имеется цилиндрический насадок диаметром  $d$ , а длина  $l=3d$ . Вода из второго отсека через отверстие  $d_1$  поступает в атмосферу при  $d=50$  мм,  $d_1=32$  мм.



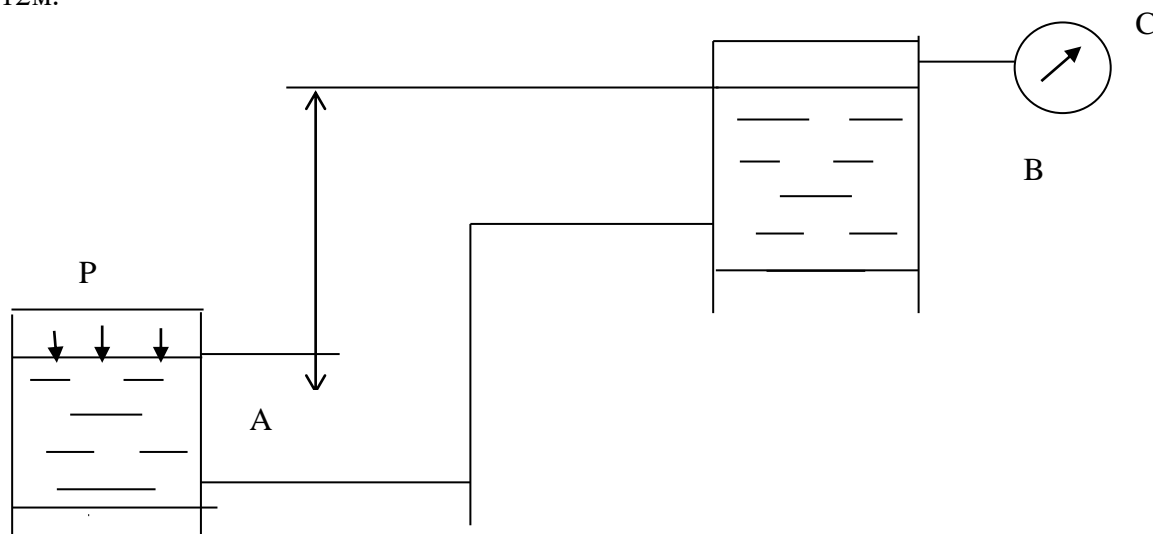
2. Определить расход воды в горизонтальной трубе, соединяющей два резервуара, имеющий  $d=10$  мм,  $D=12$  мм,  $l_1=50$  мм,  $l_2=50$  мм, если возвышение воды над осью трубки в левом сосуде равно  $h_1=1,5$  м, а в правом  $h_2=1,5$  м; показания манометров  $M_1=2,1$  ати;  $M_2=1,2$  ати, возвышение оси трубки над дном сосудов равно 30 мм.





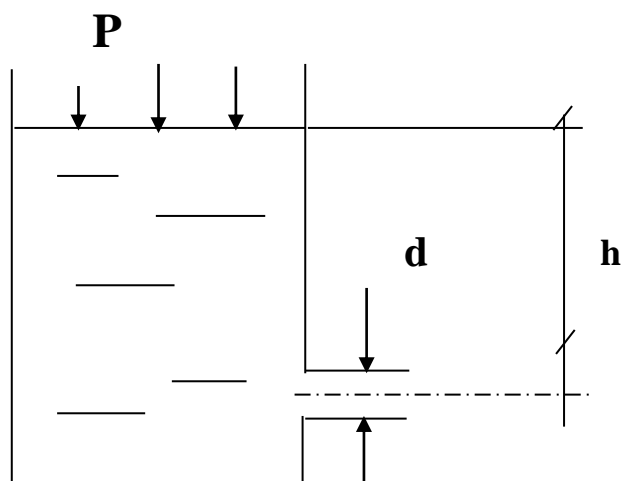
3. Определить расход воды, протекающей по трубопроводу, соединяющему резервуар А и В, разность уровней в которых  $H=15$  м. В резервуаре А поддерживается избыточное давление  $p=2,5$  ати, вакуумметр С, установленный на сосуда В, показывает  $P_{\text{вак}}=0,5$  ат. Диаметр резервуара А

$D=5$  м, диаметр резервуара В  $d=0,3$  м. Потери напора во всей системе  $h_{A-B}=12$  м.

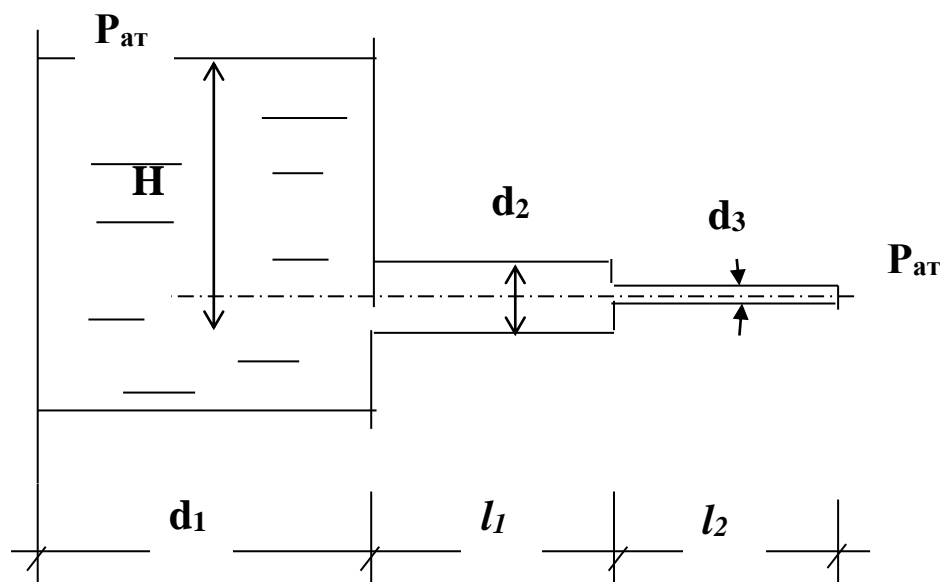


4. Определить потери напора на трение по длине водопровода диаметром  $d=15$  см, а длиной  $L=10$  км, если расход воды  $Q=35$  л/с.

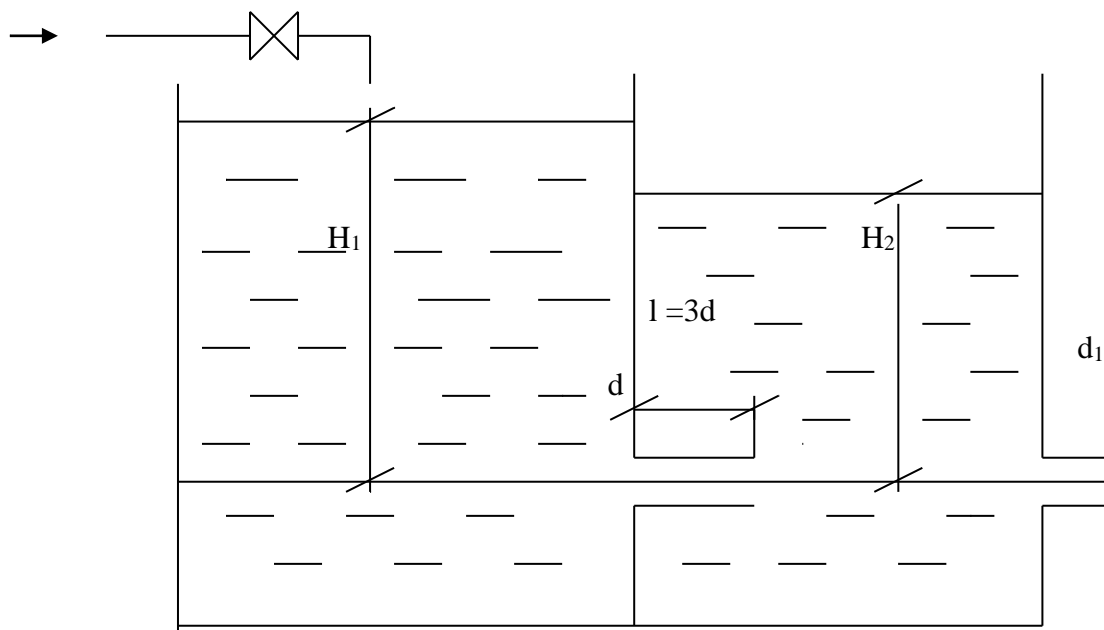
5. Истечение воды из закрытого вертикального сосуда в атмосферу происходит при постоянном геометрическом напоре  $h=3$  м через внешний цилиндрический насадок диаметром  $d=8$  см. Определить давление, необходимое на свободной поверхности воды сосуда, чтобы расход при истечении был равен 50 л/с.



6. Определить  $H$  при расходе воды  $Q=7,5$  л/с,  $d_1=5$  м,  $d_2=100$  мм,  $d_3=50$  мм,  $l_1=150$  м,  $l_2=50$  м,  $\lambda=0,02$ .

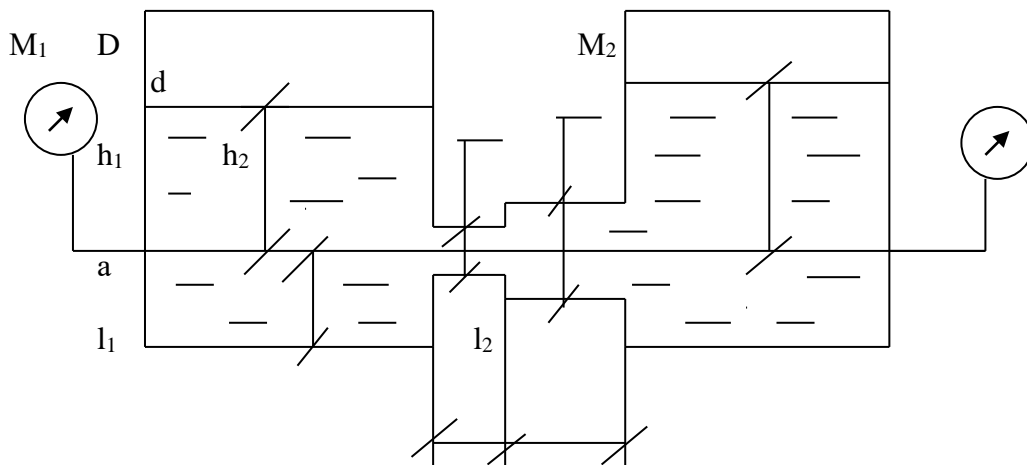


7. В бак, разделенной перегородкой на два отсека, подается вода в количестве  $Q=4\text{ л/с}$ . В перегородке бака имеется цилиндрический насадок диаметром  $d$ , а длина  $l=3d$ . Вода из второго отсека через отверстие  $d_1$  поступает в атмосферу при  $d=50\text{ мм}$ ,  $d_1=32\text{ мм}$ .  
 $Q$

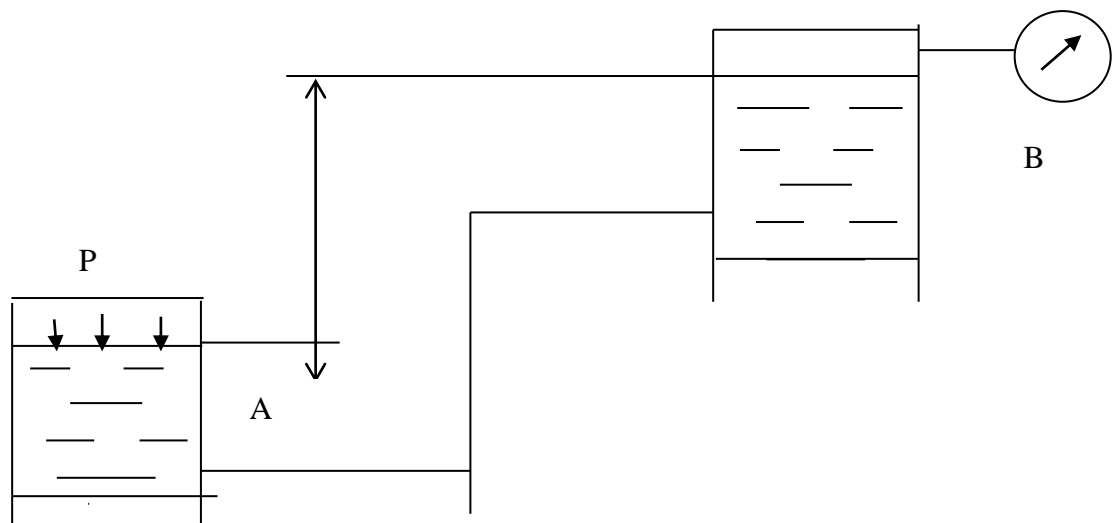


### Блок 3 (владеть).

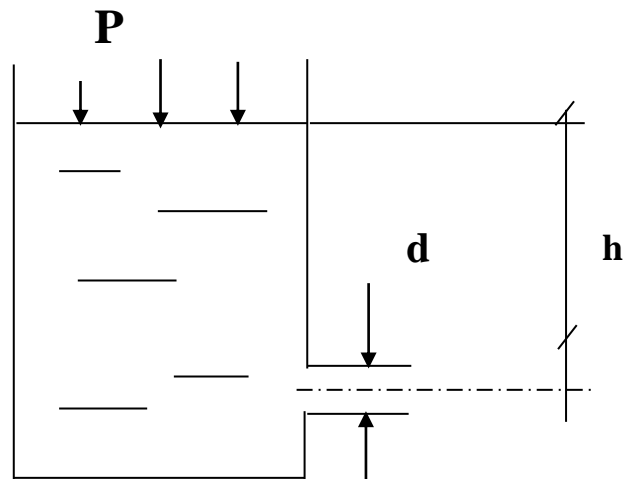
1. Определить расход воды в горизонтальной трубе, соединяющей два резервуара, имеющий  $d=10\text{ мм}$ ,  $D=12\text{ мм}$ ,  $l_1=50\text{ мм}$ ,  $l_2=50\text{ мм}$ , если возвышение воды над осью трубки в левом сосуде равно  $h_1=1,5\text{ м}$ , а в правом  $h_2=1,5\text{ м}$ ; показания манометров  $M_1=2,1\text{ ати}$ ;  $M_2=1,2\text{ ати}$ , возвышение оси трубки над дном сосудов равно  $30\text{ мм}$ .



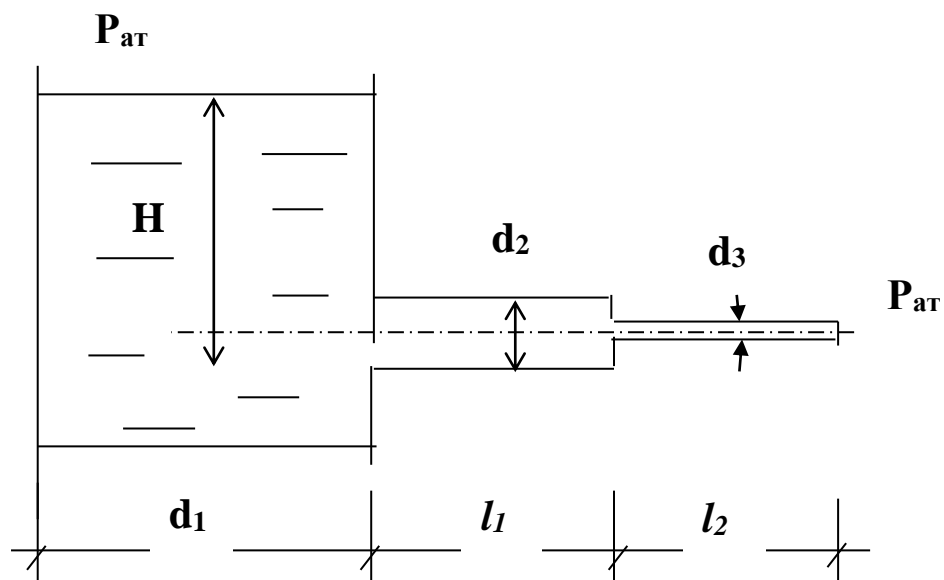
2. Определить расход воды, протекающей по трубопроводу, соединяющему резервуары А и В, разность уровней в которых  $H=15$  м. В резервуаре А поддерживается избыточное давление  $p=2,5$  ат, вакуумметр С, установленный на сосуда В, показывает  $P_{\text{вак}}=0,5$  ат. Диаметр резервуара А  $D=5$  м, диаметр резервуара В  $d=0,3$  м. Потери напора во всей системе  $h_{\text{л-в}}=12$  м.



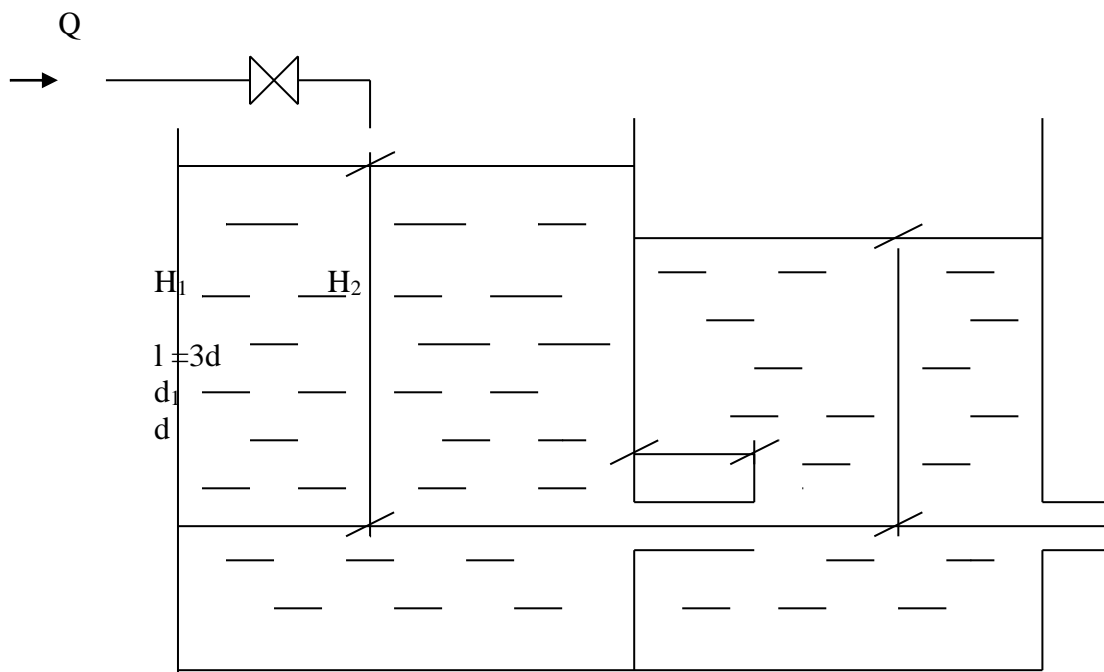
3. Определить потери напора на трение по длине водопровода диаметром  $d=15$  см, а длиной  $L=10$  км, если расход воды  $Q=35$  л/с.
4. Истечение воды из закрытого вертикального сосуда в атмосферу происходит при постоянном геометрическом напоре  $h=3$  м через внешний цилиндрический насадок диаметром  $d=8$  см. Определить давление, необходимое на свободной поверхности воды в сосуде, чтобы расход при истечении был равен 50 л/с.



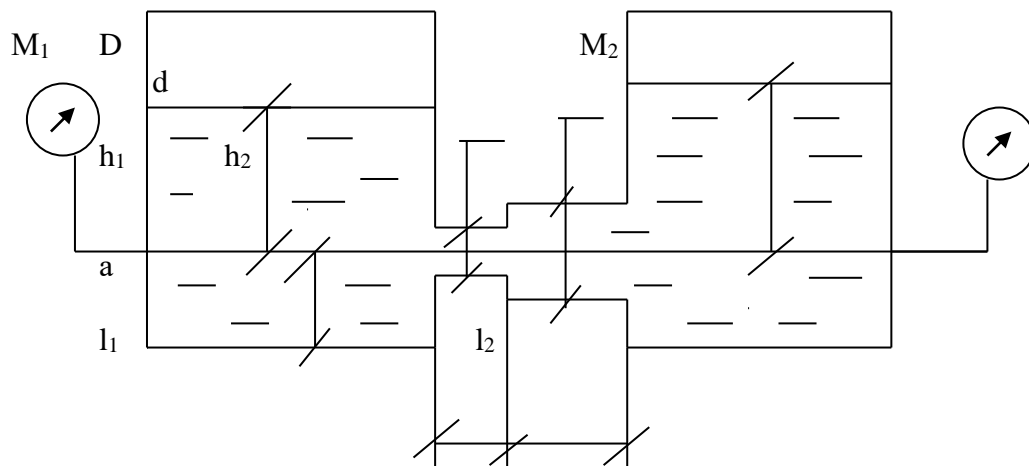
5. Определить  $H$  при расходе воды  $Q=7,5 \text{ л/с}$ ,  $d_1=5 \text{ м}$ ,  $d_2=100 \text{ мм}$ ,  $d_3=50 \text{ мм}$ ,  $l_1=150 \text{ м}$ ,  $l_2=50 \text{ м}$ ,  $\lambda=0,02$ .



6. В бак, разделенной перегородкой на два отсека, подается вода в количестве  $Q=4 \text{ л/с}$ . В перегородке бака имеется цилиндрический насадок диаметром  $d$ , а длина  $l=3d$ . Вода из второго отсека через отверстие  $d_1$  поступает в атмосферу при  $d=50 \text{ мм}$ ,  $d_1=32 \text{ мм}$ .



7. Определить расход воды в горизонтальной трубе, соединяющей два резервуара, имеющий  $d=10$  мм,  $D=12$  мм,  $l_1=50$  мм,  $l_2=50$  мм, если возвышение воды над осью трубки в левом сосуде равно  $h_1=1,5$  м, а в правом  $h_2=1,5$  м; показания манометров  $M_1=2,1$  ати;  $M_2=1,2$  ати, возвышение оси трубки над дном сосудов равно 30 мм.



#### Перечень вопросов к зачету:

1. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление?
2. В каких единицах измеряется давление?
3. Основное уравнение гидростатики.
4. Приборы для измерения давления.
5. Оценка точности измерения давления механическими и жидкостными приборами.
6. Какие показатели характеризуют механические приборы?
7. Дайте размерности давления в различных системах (МКГСС, технической, СИ).
8. Назовите методы и приборы для измерения расхода жидкости, применяемые в инженерной практике.
9. Зависят ли показания "диафрагмы" от места установки пьезометров и почему?
10. Какой фактор является определяющим при выборе сужающего мерного устройства?
11. Как на точность измерений расхода расходомером Вентури влияет его характеристика?
12. Соотношение между какими силами, действующими в потоке, выражает число Рейнольдса?
13. От каких величин зависит число Рейнольдса?
14. Укажите характерные черты ламинарного и турбулентного режимов течения.
15. Что называют критическим числом Рейнольдса?
16. Как влияет на величину числа  $Re$  повышение температуры капельной жидкости (при прочих одинаковых условиях)?
17. Как сказывается на величине числа  $Re$  повышение средней скорости жидкости (при прочих одинаковых условиях)?
18. Как изменятся результаты опыта при переходе от воды, например, к маслу?
19. В чем отличие в записи и формулировке закона Д. Бернулли для вязкой и невязкой жидкости?
20. Как записывается закон сохранения массы для гидродинамики?
21. Что такое удельная энергия потока?
22. Как меняется вдоль потока суммарная (располагаемая) удельная энергия по сечениям потока?
23. Чем и в чем измеряется пьезометрический и динамический напоры?
24. Как определяются потери вдоль потока реальной жидкости (экспериментально и

теоретически)?

25. Какие местные сопротивления представлены необходимо учитывать при расчете энергии потоков?

26. Как определяется расход жидкости? Чем он регулируется? Приборы для измерения расхода.

27. Как путевые потери меняются с изменением площади живого сечения? Почему?

28. Чем является разница в уровнях пьезометров и рубках Пито?

29. С какой целью напорные баки выполняются с аварийным переливом?

30. Чем достигается и гарантируется установившийся режим движения?

31. Какой характер имеют и могут иметь энергетические линии, характеризующие поток?

32. Каков энергетический смысл членов уравнения Д. Бернулли?

33. Когда напорная и пьезометрическая линии параллельны друг другу? Когда они сближаются? Когда удаляются друг от друга?

34. Может ли напорная линия подниматься вверх в направлении движения потока (при отсутствии на данном участке трубопровода насоса)?

35. В каких случаях пьезометрическая линия поднимается в направлении движения потока? В каких понижается?

36. Как изменяется пьезометрический напор при уменьшении сечения потока в направлении его движения? Как изменяется скоростной напор в том же направлении?

37. Каков физический смысл коэффициента неравномерности (коэффициент Кориолиса)?

38. Каков инженерный смысл гидравлического уклона?

39. Что называется потерей напора по длине трубопровода?

40. От чего зависит величина потерь по длине?

41. Что называют коэффициентом гидравлического трения. Обозначение, формулы для расчета?

42. В чем физическая сущность доквадратичной и квадратичной зон сопротивления?

43. Что называют местными потерями?

44. От чего зависит величина местных потерь?

45. Что называют коэффициентом местного сопротивления. Обозначение. Методика нахождения.

46. От каких факторов зависит величина коэффициента местных сопротивлений?

47. Что отражает формула Дарси–Вейсбаха?

48. Дать анализ эмпирических формул для определения коэффициентов  $\xi$  (дзета).

49. Чем вызвана разница в значениях  $\xi_{мс}$ , определенных экспериментально и подсчитанных по справочным эмпирическим зависимостям?

50. От чего зависит величина потерь при внезапном изменении живого сечения потока?

51. Как распространяется гидравлический удар по трубопроводу – мгновенно или за конечный промежуток времени? Какова скорость распространения?

52. В чем отличие «прямого» гидравлического удара от «непрямого»?

53. Зависит ли повышение давления от скорости движения жидкости перед закрытием крана?

54. Зависит ли повышение давления при гидравлическом ударе от модуля упругости материала трубопровода?

55. Зависит ли повышение давления при гидравлическом ударе от модуля упругости жидкости?

56. В чем разница <<инерционной>> и <<волновой>> теории гидравлического удара? (Теория Н.Е. Жуковского)

57. Дать примеры технического применения эффекта гидравлического удара (бесприводный насос-гидравлический таран, двигатель без применения топлива и др.).

58. Рассказать о существующих способах предупреждения возникновения гидравлического удара.

Примечание:

Все ответы должны быть подтверждены формулами.

### Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания

Формой итоговой аттестации является зачёт. Зачёт формируется на основании итогового рейтинга студента. Рейтинг студента включает в себя баллы, начисляемые за посещаемость, активность и высокую учебную дисциплину.

На контрольных неделях осуществляется сплошной и/или индивидуальный устный опрос студентов по освоенным темам лекций, выполненным практическим работам и с использованием перечня заданий для проведения текущего контроля успеваемости. Зачет выставляется в случае, если итоговая оценка студента составляет не менее 50 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b>Компетенции не сформированы</b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

При движении воды по трубе площадь поперечного сечения трубы на некотором участке увеличилась в 2,5 раз. Как изменилась скорость движения воды на этом участке?

- уменьшилась в 5 раз
- уменьшилась в 2,5 раза
- не изменится
- увеличилась в 2,5 раза

Где больше гидростатическое давления жидкости?

- на свободной поверхности
- на дне резервуара
- в центре резервуара
- у боковых стенок резервуара

Сила Архимеда для тела, плавающего на поверхности жидкости, равна...

- весу плавающего тела
- произведению плотности тела на его объем
- весу жидкости, наполняющей сосуд
- произведению плотности жидкости на объем тела

Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту  $H = 15$  см. Чему равна скорость жидкости в трубопроводе (м/с)

Чему равно давление на дне озера глубиной 5 м, если атмосферное давление равно 100 кПа

При какой высоте (см) заполненной водой цилиндрической кастрюли радиусом 20 см сила давления воды на дно и на стенки будет одинаковой (см)...

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=288>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.