



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)  
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)

**«ГИДРОМЕХАНИКА»**

основной профессиональной образовательной программы специалитета  
по специальности

**26.05.06 ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Специализация

**«ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ»**

ИНСТИТУТ

Морской

РАЗРАБОТЧИК

Кафедра судовых энергетических установок

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ОПК-2: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.9: Расчет и анализ процессов течения, проектирования и эксплуатации гидравлических систем	Гидромеханика	<p><u>Знать:</u> основные свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме. Свойство нормальных напряжений. Формулы для определения силы давления на плоские и криволинейные поверхности. Центр давления. Основные кинематические понятия и определения. Уравнения неразрывности в интегральной и дифференциальной формах. Уравнения Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Дифференциальные уравнения движения идеальной (Эйлера) и реальной (Навье-Стокса) жидкости. Формулы для определения гидравлического трения и сопротивления. Истечение жидкости из отверстий и насадок. Существующую взаимосвязь между параметрами состояния рабочего тела; Теоретические вопросы гидромеханики.</p> <p><u>Уметь:</u> применять формулы и закономерности гидромеханики для расчета гидравлических трубопроводов и систем, оценки гидравлических сопротивлений и потерь напора в элементах судовых энергетических установок и различных практических задачах, связанных с профессиональной деятельностью; существующую взаимосвязь между</p>

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
			<p>параметрами состояния рабочего тела; теоретические вопросы гидромеханики. проводить экспериментальные и теоретические исследования в области технической гидромеханики; решать типовые задачи и графически иллюстрировать их решения; оценивать достоверность полученных результатов.</p> <p><i>Владеть:</i> методиками и навыками расчета расходных и напорных характеристик трубопроводов, гидравлических сопротивлений и режимов движения жидкости; методами теоретического и экспериментального исследования; методами инженерного расчета трубопроводных систем.</p>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания по дисциплине;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания по практическим занятиям.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- задания по контрольной работе (заочная форма обучения);
- экзаменационные вопросы и тестовые задания по дисциплине.

### 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

#### 3.1 Тестовые задания по дисциплине

Тестовые задания предназначены для оценки знаний и умений, приобретенных при изучении дисциплины. Представленные тестовые задания могут быть использованы для проверки остаточных знаний.

Тестовые задания в трех вариантах, в каждом из которых по 20 заданий, разработаны и представлены в Приложение № 1.

Шкала оценивания основана на двухбалльной системе, которая реализована в программном обеспечении.

Оценка «зачтено» выставляется при правильном выполнении не менее 70% заданий (9 вопросов).

Оценка «незачтено» выставляется при правильном выполнении менее 70% заданий (вопросов).

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном выполнении не менее 70% заданий.

#### 3.2 Оценочные средства по выполнению лабораторных работ.

Лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах с использованием программы Виртуальный лабораторный практикум «Прикладная гидромеханика», «Гидравлические машины и гидропривод».

Темы и примеры лабораторных работ представлены в Приложении № 2.

Шкала оценивания по лабораторным работам представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Шкала оценивания при защите отчета по лабораторным занятиям.

Оценка и критерии	Минимальный ответ <b>Оценка «2»</b>	Раскрытый ответ <b>Оценка «3»</b>	Полный ответ <b>Оценка «4»</b>	Образцовый, примерный ответ <b>Оценка «5»</b>
<b>Раскрытие материала</b>	Материал не раскрыт, теоретические сведения освещены формально. Результаты эксперимента (исследования) отсутствуют.	Теоретические сведения описаны настолько слабо, что их трудно принять для проведения исследования. Результаты эксперимента (исследования) имеют ошибки. Не все разделы отчета имеются.	В целом все разделы отчета раскрыты. Расчеты проведены правильно. Отсутствуют примеры использования приборов и лабораторного оборудования с привлечением дополнительных источников.	Все разделы отчета раскрыты полностью, расчеты исследований проведены правильно. Приведены примеры использования приборов и лабораторного оборудования с привлечением дополнительных источников.

<b>Наличие выводов и их полнота содержания</b>	Выводы отсутствуют.	Выводы имеются, но не обоснованы и не вытекают из результатов исследования. Отсутствуют регулировочные мероприятия по приведению полученных результатов исследования к нормативным.	Выводы имеются, но не все обоснованы. Частично отсутствуют регулировочные мероприятия по приведению полученных результатов исследования к нормативным.	Выводы полные и соответствуют поставленным целям задачи. Приведены примеры конкретных регулировочных мероприятий.
<b>Оформление отчета</b>	Отчет представлен с грубейшими нарушениями по оформлению, имеется значительное количество орфографических, стилистических ошибок. Не использованы информационные технологии.	Отчет представлен с многочисленными недочетами в оформлении, ошибками в представляемой информации. Используются информационные технологии.	Имеются некоторые отступления от требований, изложенных в методических указаниях, которые не портят общего впечатления об отчете.	Отчет оформлен согласно требованиям, изложенным в методических указаниях. Широко использованы информационные технологии.
<b>Ответы на вопросы</b>	Нет ответов на вопросы.	Только ответы на элементарные вопросы.	Ответы на вопросы полные и/или частично полные.	Ответы на вопросы полные с приведением примеров и/или пояснений.

### 3.3 Оценочные средства по практическим занятиям

Темы практических занятий и типовые задачи для практических занятий представлены в Приложении № 3.

Показатели оценивания материала по практическим занятиям представлены в таблице 3.

Таблица 3- Шкала оценивания освоения материала практически занятий.

Оценка и критерии	Минимальный ответ Оценка «2»	Раскрытый ответ Оценка «3»	Полный ответ Оценка «4»	Образцовый, примерный ответ Оценка «5»
<b>Раскрытие материала</b>	Материал не раскрыт, теоретические сведения освещены формально. Результаты расчетов отсутствуют.	Теоретические сведения описаны настолько слабо, что их трудно принять для проведения расчетов. Результаты расчетов имеют ошибки. Не все расчеты снабжены ссылками на используемые табличные данные. Неверное графическое изображение пьезометрической линии	В целом все теоретические вопросы темы раскрыты. Расчеты проведены правильно. Отсутствуют ссылки на используемые табличные данные	Теоретические сведения освещены полностью, расчеты исследований проведены правильно. Приведено правильное графическое изображение термодинамических процессов и циклов. Имеются ссылки на используемые табличные данные.
<b>Наличие выводов и их полнота содержания</b>	Выводы отсутствуют.	Выводы имеются, но теоретически не обоснованы и не вытекают из результатов расчетов.	Выводы имеются, но не все обоснованы.	Выводы полные и соответствуют поставленным целям задачи и полученным результатам расчетов.

#### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются курсанты (студенты), положительно аттестованные по результатам текущего контроля, в том числе:

- положительно аттестованные по результатам тестирования;
- получившие положительную оценку по результатам выполнения лабораторных работ;

- получившие положительную оценку по практическим занятиям;
- выполнившие контрольную работу (заочная форма обучения).

#### 4.2 Задания по контрольной работе (заочная форма обучения).

Студенты заочной формы обучения выполняют одну контрольную работу. Контрольная работа представляет собой перечень задач, условия которых включают текстовую часть, числовые значения исходных величин и перечень величин, для которых необходимо найти числовые значения. Типовые задачи для контрольной работы представлены в Приложении № 4.

4.2 Экзаменационные вопросы. Экзаменационные вопросы по дисциплине представлены в таблице 4.

Таблица 4. Экзаменационные вопросы

1.	<i>Предмет механики жидких сред.</i>
2.	<i>Гидромеханика как отрасль механики.</i>
3.	<i>Физические свойства жидкости.</i>
4.	<i>Силы, действующие в жидкости.</i>
5.	<i>Гидростатическое давление и его свойства.</i>
6.	<i>Основное уравнение гидростатики.</i>
7.	<i>Силы давления на плоскую стенку.</i>
8.	<i>Силы давления на криволинейную стенку.</i>
9.	<i>Методы задания движения жидкости Лагранжа и Эйлера.</i>
10.	<i>Основные характеристики потока: поле скоростей и ускорений,</i>
11.	<i>Линия тока, трубка тока, струя, нормальное сечение.</i>
12.	<i>Расход и скорость движения жидкости.</i>
13.	<i>Уравнение неразрывности идеальной и упругой жидкости.</i>
14.	<i>Теорема о количестве движения для установившегося движения.</i>
15.	<i>Дифференциальное уравнение равновесия жидкости.</i>
16.	<i>Уравнения движения вязкой жидкости (уравнение Эйлера).</i>
17.	<i>Уравнение Бернулли для идеальной и вязкой жидкости.</i>
18.	<i>Гидравлические сопротивления, их физическая природа и классификация.</i>
19.	<i>Ламинарное течение.</i>
20.	<i>Турбулентное течение.</i>
21.	<i>Структура формул для вычисления потерь энергии (напора).</i>
22.	<i>Вихревое движение идеальной жидкости.</i>
23.	<i>Законы распределения скоростей и напряжений при ламинарном течении.</i>
24.	<i>Истечение жидкостей из малых отверстий при постоянном напоре.</i>
25.	<i>Истечение жидкости через отверстия при переменном напоре.</i>
26.	<i>Расчёт трубопроводных систем.</i>
27.	<i>Одномерное неустановившееся движение, основное уравнение, инерционный напор.</i>
28.	<i>Гидравлический удар в трубах, формулы Жуковского Н.Е.</i>
29.	<i>Понятие подобия физических процессов, Теоремы теории подобия. Числа подобия.</i>
30.	<i>Уравнения движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса).</i>

Шкала оценивания обучающегося представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии
5	<p>если в совокупности:</p> <p>1. Курсант (студент) проявил полное понимание сущности теоретических вопросов, последовательно изложил ответы на вопросы; ответы были обоснованы с опорой на знания из общеобразовательных и инженерных дисциплин; из ответов следует, что он знаком с рекомендованной литературой по дисциплине не только в пределах основного учебника.</p> <p>2. Курсант (студент) дал правильные ответы на дополнительные вопросы.</p>
4	<p>если в совокупности:</p> <p>1. Курсант (студент) проявил понимание сущности теоретических вопросов, дал последовательные ответы на вопросы; ответы были не достаточно обоснованы, без опоры на знания из общеобразовательных и инженерных дисциплин; из ответов следует, что он знаком с рекомендованной литературой по дисциплине только в пределах основного учебника.</p> <p>2. Курсант (студент) допускал ошибки в ответах на дополнительные вопросы, но в целом продемонстрировал понимание и знание программы курса.</p>
3	<p>если в совокупности:</p> <p>1. Курсант (студент) проявил понимание сущности поставленных вопросов, но раскрыл их непоследовательно, не аргументировано, без использования доказательств; из ответов следует, что он знаком с рекомендованной литературой по дисциплине только в пределах конспекта или основного учебника.</p> <p>2. Курсант (студент) давал на дополнительные вопросы ответы, демонстрируя в целом понимание изучаемой дисциплины.</p>
2	<p>если в совокупности:</p> <p>1. Курсант (студент) не смог продемонстрировать понимания сущности поставленных вопросов, для него не ясна сама постановка вопросов, хотя при этом на доске или на бумаге вопросы могут быть изложены в полном объеме, но он не может объяснить смысла написанного им же текста и т.д.;</p> <p>2. Курсант (студент), отвечая на дополнительные вопросы, показал непонимание и незнание основных понятий и определений по изучаемой дисциплине.</p>



## 5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Гидромеханика» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы по специальности 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок» (специализация «Эксплуатация главной судовой двигательной установки»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых энергетических установок (протокол № 10 от 27.04.2022).

Заведующий кафедрой



И.М.Дмитриев

Приложение № 1

Перечень тестов по дисциплине  
«Гидромеханика»

**ВАРИАНТ №1**

1. Гидромеханика - это наука о ...

- а) движении жидкости;
- б) равновесии жидкостей;
- в) взаимодействии жидкостей;
- г) равновесии и движении жидкостей.

2. Гидромеханика делится на разделы ...

- а) гидротехника и гидрогеология;
- б) техническая механика и теоретическая механика;
- в) гидравлика и гидрология;
- г) механика жидких тел и механика газообразных тел.

3. Жидкость - это физическое вещество, способное ...

- а) заполнять пустоты;
- б) изменять форму под действием сил;
- в) изменять свой объем;
- г) течь.

4. Данная жидкость не является капельной ...

- а) ртуть;
- б) керосин;
- в) нефть;
- г) азот.

5. Данная жидкость не является газообразной ...

- а) жидкий азот;
- б) ртуть;
- в) водород;
- г) кислород;

6. Реальной жидкостью называется жидкость ...

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

7. Идеальной жидкостью называется жидкость ...

- а) в которой отсутствует внутреннее трение;
- б) подходящая для применения;
- в) способная сжиматься;
- г) существующая только в определенных условиях.

**8. Виды внешних сил действующих на жидкость**

- а) силы инерции и поверхностного натяжения;
- б) внутренние и поверхностные;
- в) массовые и поверхностные;
- г) силы тяжести и давления.

**9. Массовые силы это сила ...**

- а) тяжести и сила инерции;
- б) молекулярная и сила тяжести;
- в) инерции и сила гравитационная;
- г) давления и сила поверхностная.

**10. Поверхностными силы - это силы вызванные воздействием**

- а) объемов, лежащих на поверхности жидкости;
- б) соседних объемов жидкости и воздействием других тел;
- в) давления боковых стенок сосуда;
- г) атмосферного давления.

**11. Жидкость находится под давлением. Это означает, что ...**

- а) жидкость находится в состоянии покоя;
- б) жидкость течет;
- в) на жидкость действует сила;
- г) жидкость изменяет форму.

**12. Давление в системе СИ измеряется в ...**

- а) паскалях;
- б) джоулях;
- в) барах;
- г) стоках.

**13. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:**

- а) давление вакуума;
- б) атмосферным;
- в) избыточным;
- г) абсолютным.

**14. Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:**

- а) абсолютным;
- б) атмосферным;
- в) избыточным;
- г) давление вакуума.

**15.** Если давление ниже относительного нуля, то его называют:

- а) абсолютным;
- б) атмосферным;
- в) избыточным;
- г) давление вакуума.

**16.** Манометр обычно показывает давление

- а) абсолютное;
- б) избыточное;
- в) атмосферное;
- г) давление вакуума.

**17.** При нормальных условиях атмосферное давление равно

- а) 100 МПа;
- б) 100 кПа;
- в) 10 ГПа;
- г) 1000 Па.

**18.** Давление определяется

- а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия;
- б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия;
- в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость;
- г) отношением разности действующих усилий к площади воздействия.

**19.** Массу жидкости заключенную в единице объема называют

- а) весом;
- б) удельным весом;
- в) удельной плотностью;
- г) плотностью.

**20.** Вес жидкости в единице объема называют

- а) плотностью;
- б) удельным весом;
- в) удельной плотностью;
- г) весом.

**ВАРИАНТ №2**

**1. Разделы, на которые делится гидравлика называются**

- а) гидростатика и гидромеханика;
- б) гидромеханика и гидродинамика;
- в) гидростатика и гидродинамика;
- г) гидрология и гидромеханика.

**2. Раздел гидравлики, в котором рассматриваются законы равновесия жидкости называется**

- а) гидростатика;
- б) гидродинамика;
- в) гидромеханика;
- г) гидравлическая теория равновесия.

**3. Гидростатическое давление - это давление присутствующее в ...**

- а) движущейся жидкости;
- б) покоящейся жидкости;
- в) жидкости, находящейся под избыточным давлением;
- г) жидкости, помещенной в резервуар.

**4. Частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение сжатия от действия гидростатического давления находящиеся...**

- а) на дне резервуара;
- б) на свободной поверхности;
- в) у боковых стенок резервуара;
- г) в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости.

**5. Среднее гидростатическое давление, действующее на дно резервуара равно**

- а) произведению глубины резервуара на площадь его дна и плотность;
- б) произведению веса жидкости на глубину резервуара;
- в) отношению объема жидкости к ее плоскости;
- г) отношению веса жидкости к площади дна резервуара.

**6. Первое свойство гидростатического давления гласит**

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

**7. Второе свойство гидростатического давления гласит - гидростатическое давление...**

- а) постоянно и всегда перпендикулярно к стенкам резервуара;
- б) изменяется при изменении местоположения точки;
- в) неизменно в горизонтальной плоскости;
- г) неизменно во всех направлениях.

**8.** Третье свойство гидростатического давления гласит - гидростатическое давление ...

- а) в любой точке не зависит от ее координат в пространстве;
- б) в точке зависит от ее координат в пространстве;
- в) зависит от плотности жидкости;
- г) всегда превышает давление, действующее на свободную поверхность жидкости.

**9.** Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется основным уравнением...

- а) гидростатики;
- б) гидродинамики;
- в) гидромеханики;
- г) гидродинамической теории.

**10.** Основное уравнение гидростатики позволяет определять давление ...

- а) действующее на свободную поверхность;
- б) на дне резервуара;
- в) в любой точке рассматриваемого объема;
- г) действующее на погруженное в жидкость тело.

**11.** Среднее гидростатическое давление, действующее на дно резервуара определяется по формуле

а)  $P_{cp} = \frac{G}{V}$ ; б)  $P_{cp} = \frac{V}{P_{атм}}$ ; в)  $P_{cp} = \frac{\gamma V}{G}$ ; г)  $P_{cp} = \frac{P}{S}$ .

**12.** Основное уравнение гидростатического давления записывается в виде

а)  $P = P_{атм} + \rho gh$ ; б)  $P = P_0 - \rho gh$ ;  
в)  $P = P_0 + \rho gh$ ; г)  $P = P_0 + \rho \gamma h$ .

**13.** Основное уравнение гидростатики определяется

- а) произведением давления газа над свободной поверхностью к площади свободной поверхности;
- б) разностью давления на внешней поверхности и на дне сосуда;
- в) суммой давления на внешней поверхности жидкости и давления, обусловленного весом вышележащих слоев;
- г) отношением рассматриваемого объема жидкости к плотности и глубине погружения точки.

**14.** Чему равно гидростатическое давление при глубине погружения точки, равной нулю

- а) давлению над свободной поверхностью;
- б) произведению объема жидкости на ее плотность;
- в) разности давлений на дне резервуара и на его поверхности;
- г) произведению плотности жидкости на ее удельный вес.

15. "Давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково" это – закон ...

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

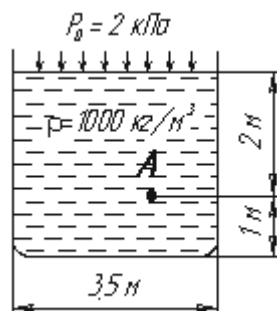
16. Закон Паскаля гласит - давление, приложенное к внешней поверхности жидкости...

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

17. Поверхность уровня – это ...

- а) поверхность, во всех точках которой давление изменяется по одинаковому закону;
- б) поверхность, во всех точках которой давление одинаково;
- в) поверхность, во всех точках которой давление увеличивается прямо пропорционально удалению от свободной поверхности;
- г) свободная поверхность, образующаяся на границе раздела воздушной и жидкой сред при относительном покое жидкости.

18. Гидростатическое давление в точке А равно = ... кПа



- а) 19,62;
- б) 31,43;
- в) 21,62;
- г) 103.

19. Равнодействующая гидростатического давления относительно центра тяжести прямоугольной боковой стенки резервуара приложена

- а) ниже;
- б) выше;
- в) совпадает с центром тяжести;
- г) смещена в сторону.

**20.** Равнодействующая гидростатического давления в резервуарах с плоской наклонной стенкой равна

- а)  $F = \gamma \rho S$ ;
- б)  $F = \frac{\gamma h S}{2} \cos \alpha$ ;
- в)  $F = \rho S h_c$ ;
- г)  $F = \frac{\gamma H}{2} S$ .

### ВАРИАНТ №3

**1.** Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется

- а) открытым сечением;
- б) живым сечением;
- в) полным сечением;
- г) площадь расхода.

**2.** Часть периметра живого сечения, ограниченная твердыми стенками называется

- а) мокрый периметр;
- б) периметр контакта;
- в) смоченный периметр;
- г) гидравлический периметр.

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

- а) расход потока;
- б) объемный поток;
- в) скорость потока;
- г) скорость расхода.

**4.** 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.

**5.** Отношение живого сечения к смоченному периметру называется



- а) гидравлическая скорость потока;
- б) гидродинамический расход потока;
- в) расход потока;
- г) гидравлический радиус потока.

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

- а) установившемся;
- б) неустановившемся;
- в) турбулентным установившимся;
- г) ламинарным неустановившемся.

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

- а) ламинарным;
- б) стационарным;
- в) неустановившимся;
- г) турбулентным.

**8.** Расход потока обозначается латинской буквой

- а)  $Q$ ;
- б)  $V$ ;
- в)  $P$ ;
- г)  $H$ .

**9.** Средняя скорость потока обозначается буквой

- а)  $\chi$ ;
- б)  $V$ ;
- в)  $v$ ;
- г)  $\omega$ .

**10.** Живое сечение обозначается буквой

- а)  $W$ ;
- б)  $\eta$ ;
- в)  $\omega$ ;
- г)  $\varphi$ .

**11.** При неустановившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной называется

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

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

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

**13.** Элементарная струйка - это

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

**14.** Течение жидкости со свободной поверхностью называется

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

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

- а) безнапорное;
- б) напорное;
- в) неустановившееся;
- г) несвободное (закрытое).

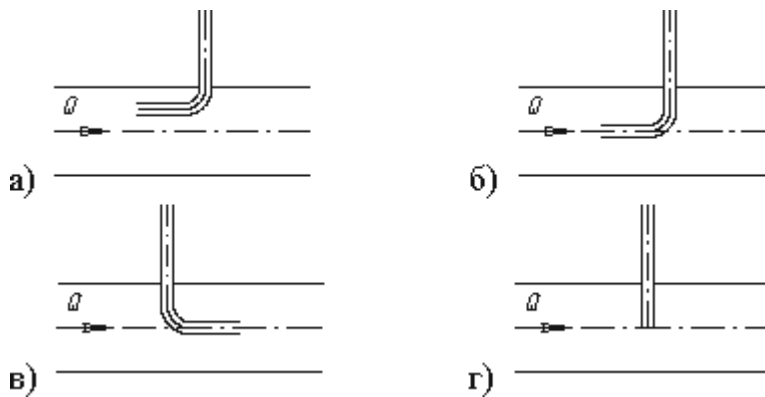
**16.** Уравнение неразрывности течений имеет вид

- а)  $\omega_1 v_2 = \omega_2 v_1 = \text{const}$ ;
- б)  $\omega_1 v_1 = \omega_2 v_2 = \text{const}$ ;
- в)  $\omega_1 \omega_2 = v_1 v_2 = \text{const}$ ;
- г)  $\omega_1 / v_1 = \omega_2 / v_2 = \text{const}$ .

**17.** Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид

- а)  $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g}$
- б)  $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$ ;
- в)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$ ;
- г)  $z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}$ .

18. На каком рисунке трубка Пито установлена правильно



19. Уравнение Бернулли для реальной жидкости имеет вид

а)  $z_1 + \alpha_1 \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \alpha_2 \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} - \sum h;$

б)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h;$

в)  $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{\rho g} + \sum h;$

г)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h.$

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

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

## Приложение № 2

### Темы лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторной работы
1	Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.
2	Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся неравномерном движении жидкости в напорном трубопроводе.
3	Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления и критического числа Рейнольдса
4	Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода с определением коэффициентов гидравлического трения по длине и местных сопротивлений
5	Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу
6	Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе
7	Определение зависимости между гидравлическим уклоном и средней скоростью при турбулентном движении воды

### Примеры лабораторных работ

#### Лабораторная работа № 1

**Тема:** Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.

#### Цель и задания работы:

1. Измерить с помощью пружинных манометров М1, М2, М3 гидростатическое давление в трёх точках (1, 2, 3), заглублённых на различную величину под уровень жидкости, находящейся в абсолютном покое под действием силы тяжести;
2. Подтвердить на основании опытных данных закон Паскаля;
3. Построить по данным опыта №2 в масштабе эпюру манометрического давления по глубине **h**.

**Описание установки.** Установка (см. рис. 1) представляет собой стальной толсто-стенный цилиндр 1, частично заполненный водой, уровень которой измеряется водомерной трубкой 2 со шкалой 3. Для изменения гидростатического давления над свободной поверхностью жидкости в точке 1 и в точках 2 и 3, заглублённых под уровень соответственно на  $h_2$  и  $h_3$ , подключены пружинные манометры 4 М1, М2, М3. В пространство над свободной поверхностью можно подавать сжатый воздух от компрессора 5.

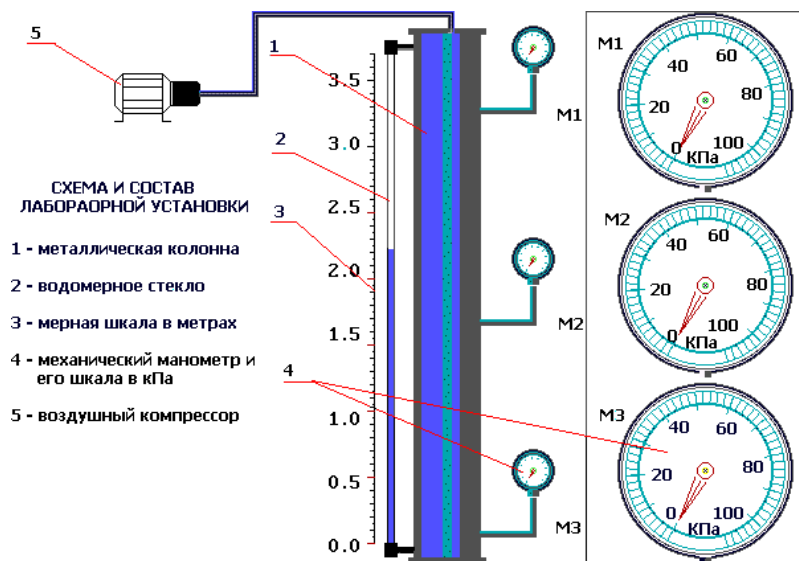


Рис 1. Схема установки для экспериментального подтверждения закона Паскаля.

### Порядок выполнения работы и обработка опытных данных

Необходимо выполнить два опыта, обеспечив в первом  $p_{0_{абс}} = p_{ат} \Rightarrow p_{0_{изб}} = 0$ , а во втором -  $p_{0_{абс}} > p_{ат} \Rightarrow p_{0_{изб}} > 0$ .

**Опыт №1.** Включить наполнение колонны, обеспечив  $p_{0_{изб}} = 0$ , далее, измерить с помощью водомерной трубки 2 и шкалы 3 глубины погружения  $h_2$  и  $h_3$  точек 2 и 3, а также превышения  $y_2$  и  $y_3$  осей вращения стрелок манометров М2 и М3 над точками 2 и 3 их подключения. Затем измерить показания всех трёх манометров (М1, М2, М3). Полученные данные записать в таблицу 1 (графы 4 и 5).

**Опыт №2.** Включить компрессор для подачи сжатого воздуха в цилиндр 1. Довести  $p_{0_{изб}}$  до величины, указанной преподавателем, после чего компрессор отключить. Далее, измерить одновременно показания манометров М1, М2, М3. Результаты измерений записать в графу 5 таблицу 3.

Выполнить все вычисления, предусмотренные таблицей 3. Дать заключение по результатам работы.

Таблица 3

№ позиций	Наименования и обозначения измеряемых и вычисляемых величин		Единица измерения	Результаты измерений и вычислений		Примечания
				Опыт № 1	Опыт № 2	
1	2		3	4	5	6
1	Показания манометров М1, М2, М3	$P_{M1} \approx P_0$	Па			$h_2 = \dots \text{м}$ $h_3 = \dots \text{м}$
		$P_{M2}$	Па			
		$P_{M3}$	Па			
2	Избыточное	$p_{M1} \approx p_1 \approx p_0$	Па			
	гидростатическое давление в точках 1, 2, 3	$p_2 = P_{M2} + \rho g y_2$	Па			$y_2 = \dots \text{м}$ $y_3 = \dots \text{м}$ $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
		$p_3 = P_{M3} + \rho g y_3$	Па			
3	Приращение избыточного гидростатического давления	$\Delta p_0 = p_0 - p_0$	Па			
		$\Delta p_2 = p_2 - p_1$	Па			
		$\Delta p_3 = p_3 - p_1$	Па			
4	Средняя величина приращения избыточного гидростатического давления	$\Delta p_{\text{ср}} = \frac{\Delta p_0 + \Delta p_2 + \Delta p_3}{3}$	Па			
5	Относительные отклонения приращений давления в точках 1, 2, 3 от средней его величины.	$E_{\Delta p_0} = (\Delta p_{\text{ср}} - \Delta p_0) / \Delta p_{\text{ср}}$	-			
		$E_{\Delta p_2} = (\Delta p_{\text{ср}} - \Delta p_2) / \Delta p_{\text{ср}}$	-			
		$E_{\Delta p_3} = (\Delta p_{\text{ср}} - \Delta p_3) / \Delta p_{\text{ср}}$	-			

**Основные контрольные вопросы:**

1. Что такое гидростатическое давление и каковы его свойства?
2. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
3. Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»?

4. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики.
5. Сформулируйте закон Паскаля.
6. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия.
7. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
8. В чём состояло принципиальное отличие в условиях проведения первого и второго опытов?
9. Для чего нужно знать превышение оси вращения стрелки пружинного манометра над точкой его подключения?

### Лабораторная работа № 2

**Тема:** Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся неравномерном движении жидкости в напорном трубопроводе.

#### Цель и задания работы:

1. Определить опытным путем слагаемые  $z$ ,  $p/\rho g$ ,  $v^2/2g$  уравнения Д. Бернулли для сечений I-I...II-II, а также потери полного напора  $h'_{w1-2}$  между сечениями (см. рис.2).
2. Вычислить средние скорости потока и отвечающие им скоростные напоры  $v^2/2g$  для указанных живых сечений потока жидкости.
3. Построить в масштабе по опытным данным пьезометрическую линию и линию полного напора (см. рис.2).

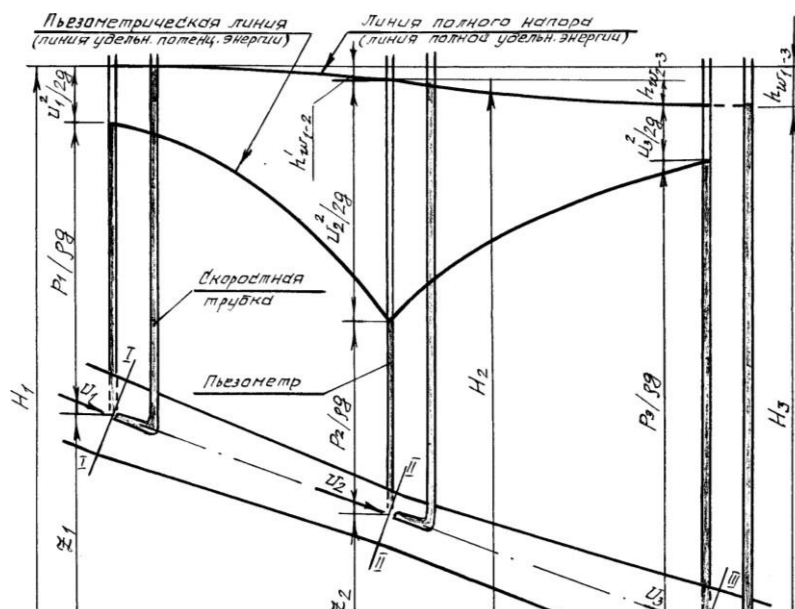


Рис.2. Диаграмма уравнения Бернулли для струйки реальной жидкости

**Описание установки.** Установка (рис.3) представляют собой трубопровод 2 переменного сечения с напорным баком 1, вода в который подается по питающему трубопроводу 8 открытием вентиля 9.

Бак 1 снабжен переливным устройством 10 для поддержания уровня воды на постоянной отметке, чтобы обеспечить в трубопроводе 2 установившееся движение жидкости. К сечениям I-I...II-II трубопровода 2 подключены пьезометры 3 и скоростные трубки 4 для измерения величин  $p/\rho g$  и  $U^2/2g$ . Величина расхода воды в трубопроводе 2 регулируется вентилем 5. Для измерения расхода воды имеются мерный бак 6 и секундомер 7.

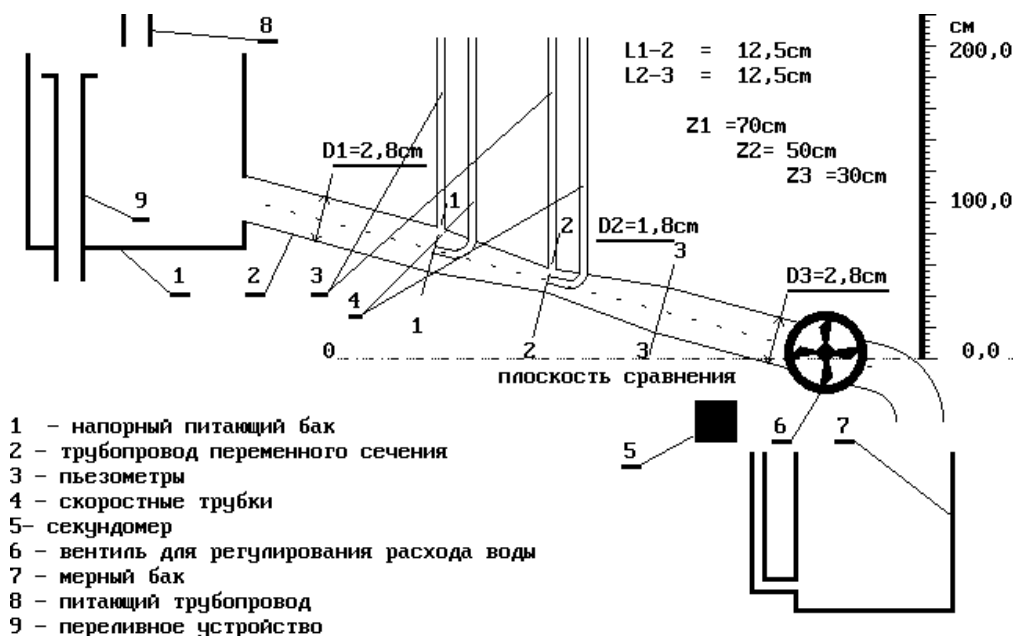


Рис.3. Схема установки

### Порядок выполнения работы и обработка опытных данных.

1. При закрытом вентиле 5 открыть вентиль 9 для заполнения бака 1 и трубопровода 2 водой. При этом следует обратить внимание на уровни воды в пьезометрических 3 и скоростных трубках 4. Эти уровни при отсутствии воздуха в системе должны быть на одной отметке.

2. Открыть вентиль 5 так, чтобы трубопровод 2 работал полным сечением, а уровень воды в баке постоянным.

3. Измерить с помощью бака 6 и секундомера 7 расход воды. Затем линейкой измерить геометрические высоты  $z$  центров тяжести сечений I-I...II-II относительно плоскости сравнения 0-0, отмеченной на установке.

4. Далее, определить по шкалам отметки уровней воды в пьезометрах и скоростных трубках в сечениях I-I...II-II. Результаты всех измерений записать в таблицу 1. Затем выполнить все вычисления, предусмотренные табл. 1, и построить в масштабе по полученным данным линии полного напора и пьезометрическую, так, как показано на рис. 2.

5. Дать заключение по результатам работы.

### Основные контрольные вопросы

1. Поясните энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
2. Как называется коэффициент  $\xi$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
3. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл?
4. Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?



5. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
6. Поясните, что такое скоростная трубка и трубка Пито?
7. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости?
8. Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?

Приложение № 3

Темы практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий
1	Основные физические свойства жидкостей. Гидростатическое давление.
2	Силы давления на плоские и криволинейные стенки
3	Анализ движения жидкой частицы
4	Уравнение Бернулли для вязкой жидкости.
5	Движение жидкости по трубопроводам.
6	Истечение жидкости через отверстия.
7	Гидравлический удар в трубах .

Примеры типовых задач

**Задача 1.** Определить объем воды, который необходимо дополнительно подать в водовод диаметром  $d = 500$  мм и длиной  $\ell = 1$  км для повышения давления до  $\Delta p = 5 \cdot 10^6$  Па. Водовод подготовлен к гидравлическим испытаниям и заполнен водой при атмосферном давлении. Деформацией трубопровода можно пренебречь.

**Задача 2.** К резервуару, заполненному бензином плотностью  $\rho_{\text{бенз.}} = 700$  кг/м<sup>3</sup>, присоединён (U-образный ртутный манометр, показание которого  $h_{\text{рт}} = 0,1$  м; уровень масла над ртутью  $h_{\text{м}} = 0,2$  м рисунок к задаче 2).

Определить абсолютное давление  $p_{\text{абс}}$  паров на поверхности бензина и показания пружинного манометра, установленного на крышке резервуара, а также возможную высоту уровня бензина в пьезометре  $h_p$  при условии, что  $h = 0,75$  м;  $a = 0,15$  м;  $H = 1,1$  м; принять плотность ртути  $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>; плотность масла  $\rho_{\text{мас}} = 820$  кг/м<sup>3</sup>.

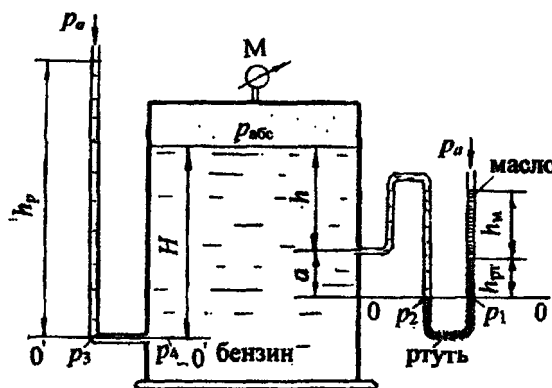


Рисунок к задаче 2

**Задача 3.** Определить сжимающую силу, разбиваемую гидравлическим прессом (рисунок к задаче 3), если диаметр большого поршня  $D = 300$  мм, диаметр малого поршня  $d = 30$  мм, длина рычага  $l = 1000$  мм, расстояние от шарнира рукоятки до опоры на малый поршень  $a = 100$  мм. Усилие, прилагаемое к свободному концу рычага,  $G = 260$  Н. Весом поршней и трением пренебречь.

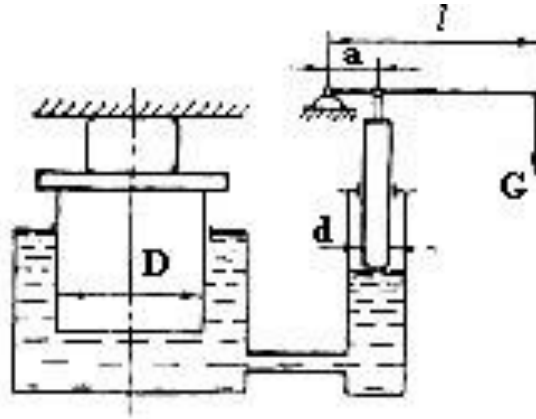


Рисунок к задаче 3

**Задача 4.** Определить силу  $F$ , необходимую для удержания вертикальной стенки шириной  $b = 4$  м и высотой  $H = 5,5$  м (рисунок к задаче 4) при глубине воды слева  $h_1 = 5$  м, справа  $h_2 = 2$  м;  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>;  $g \sim 10$  м/с<sup>2</sup>.

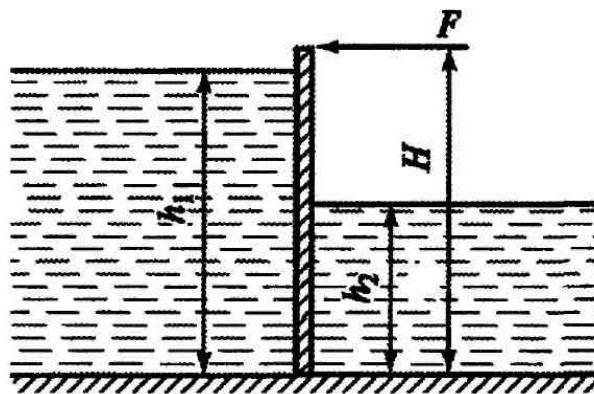


Рисунок к задаче 4

**Задача 5.** Определить расход в водопроводной трубе, если средняя скорость  $v = 1,1$  м/с, а диаметр трубы  $d = 300$  мм.

**Задача 6.** В расширяющейся трубе имеет место напорное движение жидкости, при этом средние скорости в первом и втором сечениях равны 1,6 и 0,9 м/с соответственно. Диаметр трубы в первом сечении  $d_1 = 0,5$  м. Определить диаметр трубы во втором сечении.

**Задача 7.** Через трубопровод диаметром  $d = 100$  мм движется вода с расходом  $Q = 8$  л/с (рисунок к задаче 7). С помощью U-образного ртутного манометра между сечениями 1-1 и 2-2, расположенными на расстоянии  $s = 50$  м друг от друга, берется разность показаний  $h = 52$  мм. Относительная плотность ртути  $\delta = 13,6$ . Определить коэффициент потерь на трение  $\lambda$

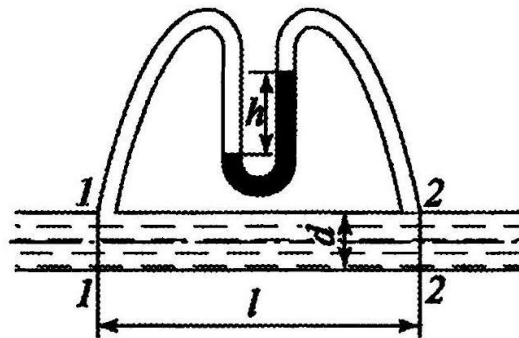


Рисунок к задаче 7

**Задача 8.** Открытый призматический резервуар с вертикальными стенками опораживается через отверстие диаметром  $d = 2,5$  см (рисунок к задаче 8). Площадь поперечного сечения резервуара  $\Omega = 1,2$  м<sup>2</sup>. Через 5 мин напор составил  $H_2 = 0,7$  м. Определить расход и дальность полета струи в начальный момент времени, если отверстие расположено на высоте  $h = 0,45$  м от пола.

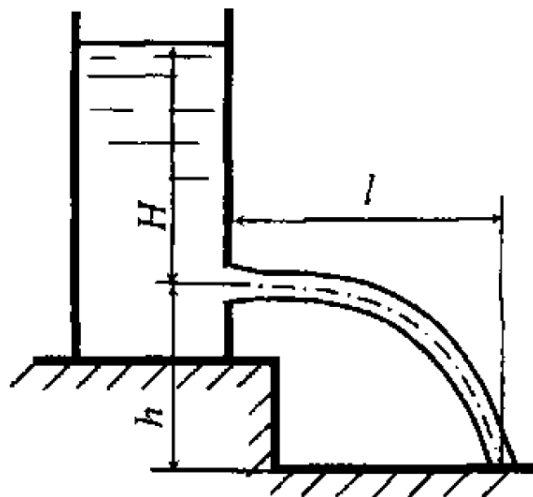


Рисунок к задаче 8

## Приложение № 4

### Типовые задачи на контрольную работу (заочная форма обучения)

**Задача 1.** Щит, перекрывающий канал, расположен под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту и закреплен шарнирно к опоре над водой (рисунок к задаче 5). Определить усилие, которое необходимо приложить к тросу для открывания щита, если ширина щита  $b = 2$  м, глубина воды перед щитом  $H_1 = 2,5$  м, после щита  $H_2 = 1,5$  м. Шарнир расположен над высоким уровнем воды на расстоянии  $H_3 = 1$  м. Весом щита и трением в шарнире можно пренебречь.

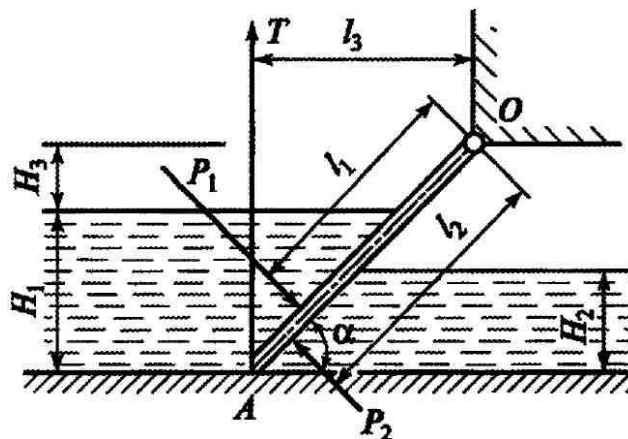


Рисунок к задаче 1

**Задача 2.** Рассчитать силу и точку ее приложения от давления воды напереборку, изображенную на рисунке к задаче 6, при условии затопления отсека на  $\frac{2}{3}$  высоты борта, которая принята равной  $H = 3,3$  м (остальные размеры указаны на рисунке).

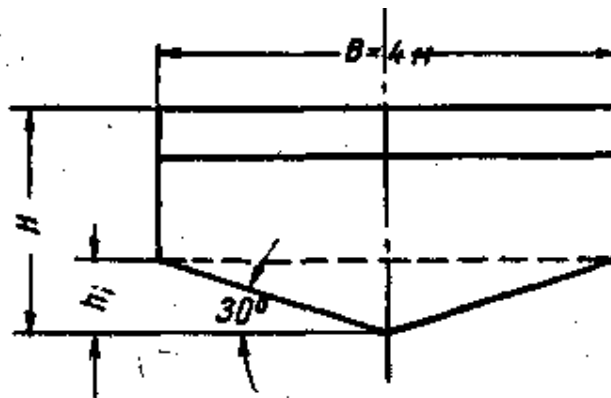


Рисунок к задаче 2

**Задача 3.** Определить диаметр трубопровода, по которому протекает  $500 \text{ м}^3$  воды в 1 ч со средней скоростью  $1,5 \text{ м/с}$ .

**Задача 4.** Движение жидкости задано проекциями скорости  $v_x = ax+bt$ ,  $v_y = -ay+bt$ ,  $v_z = 0$ . Убедиться в возможности существования такого течения, определить характеристики движения жидкой частицы, найти уравнение семейства линий тока, и траектории частицы.

**Задача 5.** Открытый призматический резервуар с вертикальными стенками опораживается через отверстие диаметром  $d = 2,5 \text{ см}$  (рисунок к задаче 5). Площадь поперечного сечения резервуара  $\Omega = 1,2 \text{ м}^2$ . Через 5 мин напор составил  $H_2 = 0,7 \text{ м}$ . Определить расход и дальность полета струи в начальный момент времени, если отверстие расположено на высоте  $h = 0,45 \text{ м}$  от пола.

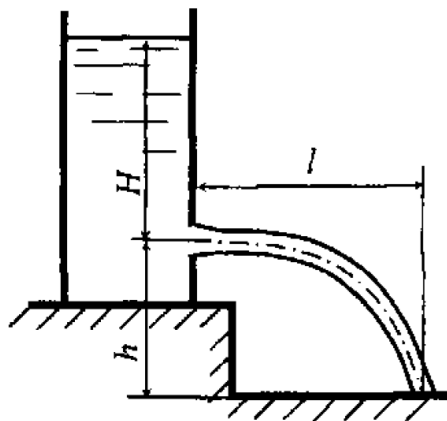


Рисунок к задаче 5