

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаранин Максим Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.03.2026 10:12:32

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

## **Гидравлика и гидрология**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Специальность 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей

Специализация Управление техническим состоянием железнодорожного пути

Квалификация **Инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | <b>5 (3.1)</b> |       | Итого |       |
|---|----------------|-------|-------|-------|
|   | уп             | рп    | уп    | рп    |
| Неделя                                    | 16 3/6         |       |       |       |
| Вид занятий                               | уп             | рп    | уп    | рп    |
| Лекции                                    | 16             | 16    | 16    | 16    |
| Лабораторные                              | 16             | 16    | 16    | 16    |
| Практические                              | 16             | 16    | 16    | 16    |
| Конт. ч. на аттест. в<br>период ЭС        | 2,35           | 2,35  | 2,35  | 2,35  |
| Итого ауд.                                | 48             | 48    | 48    | 48    |
| Контактная работа                         | 50,35          | 50,35 | 50,35 | 50,35 |
| Сам. работа                               | 69             | 69    | 69    | 69    |
| Часы на контроль                          | 24,65          | 24,65 | 24,65 | 24,65 |
| Итого                                     | 144            | 144   | 144   | 144   |

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Вилякина Евгения Васильевна*

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 218)

составлена на основании учебного плана: 23.05.06-25-5-СЖДп.pli.plx

Специальность 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей Направленность (профиль)  
Управление техническим состоянием железнодорожного пути

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель дисциплины – обеспечить формирование у обучающихся профессиональных компетенций, позволяющих решать практические задачи на основе знаний основных понятий, методов и законов гидравлики и гидрологии. |
| 1.2 | Задачами дисциплины является формирование умений и навыков по следующим направлениям инженерной деятельности:  |
| 1.3 | - знание основных понятий, законов и моделей гидравлики и гидрологии; физической сущности явлений, изучаемых гидравликой и гидрологией; форм движения жидкости и уравнений, которыми они описываются;      |
| 1.4 | - знание и умение использования методов теоретического и экспериментального исследования в гидравлике и гидрологии;  |
| 1.5 | - умения выполнять гидравлические расчеты для регулирования потоков и русловых процессов на пересечении трасс железных дорог с водотоками.   |

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.О.27 |
|-------------------|---------|

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|         |  |
|---------|--|
| ОПК-1   | Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования                                  |
| ОПК-1.3 | Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений; проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты |
| ПК-1    | Способен организовывать и выполнять инженерные изыскания транспортных путей и сооружений, включая геодезические, гидрометрические и инженерно-геологические работы                     |
| ПК-1.3  | Производит гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры  |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |   |
|------------|---|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>   |
| 3.1.1      | методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, методику проведения и обработки результатов физического эксперимента в области гидравлики и гидрологии; основные законы гидравлики; законы равновесия и движения жидкости; физическую сущность явлений, изучаемых гидравликой; формы движения жидкости и уравнения, которыми они описываются, основы гидрология и гидрометрии |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>   |
| 3.2.1      | применять методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, проводить физические эксперименты по заданной методике и обрабатывать их результаты в области гидравлики и гидрологии; использовать основные понятия и законы гидравлики и гидрологии для решения практических задач; проводить гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры                    |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>   |
| 3.3.1      | навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, навыками проведения физических экспериментов по заданной методике и навыками обработки их результатов в области гидравлики и гидрологии; навыками применения основных понятий и законов гидравлики и гидрологии для решения предметно-профильных задач   |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Примечание |
|-------------|---|----------------|-------|------------|
|             | <b>Раздел 1. ОСНОВЫ ГИДРОСТАТИКИ</b>  |                |       |            |
| 1.1         | Основные понятия и определения. Краткий обзор развития гидравлики, гидрологии и гидрометрии, их значение в строительстве железных дорог. Основные физические свойства жидкостей. Модель невязкой (идеальной) жидкости. Гидростатика: Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Силы давления на плоские и криволинейные поверхности. /Лек/ | 5              | 2     |            |
| 1.2         | Основные физические свойства жидкостей. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. /Пр/   | 5              | 2     |            |
| 1.3         | Приборы для измерения избыточного давления и давления разрежения. /Лаб/   | 5              | 2     |            |
|             | <b>Раздел 2. ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ</b>   |                |       |            |

|     |  |   |   |  |
|-----|--|---|---|--|
| 2.1 | Кинематические элементы потока. Линия тока, трубка тока, элементарная струйка, поток. Виды движения жидкости: Установившееся и неустановившееся, напорное и безнапорное, равномерное и неравномерное. Уравнение неразрывности движения жидкости. Понятие расхода и средней скорости. Уравнение Д.Бернулли: Уравнение Д.Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и потока реальной (вязкой) жидкости. Интерпретация уравнения Д.Бернулли и его практическое применение. /Лек/ | 5 | 2 |  |
| 2.2 | Определение сил гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности. /Пр/  | 5 | 2 |  |
| 2.3 | Уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Д.Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и потока реальной (вязкой) жидкости. Потери напора. /Пр/   | 5 | 2 |  |
| 2.4 | Изучение режимов течения жидкости. /Лаб/   | 5 | 2 |  |
| 2.5 | Экспериментальная иллюстрация уравнения Бернулли. /Лаб/  | 5 | 2 |  |
| 2.6 | Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости: Основное уравнение равномерного движения жидкости. Критерий Рейнольдса, ламинарный и турбулентный режим. Понятие о гидравлических сопротивлениях и потерях напора: Профили скоростей, формулы для расчета потерь напора в трубах. Путевые и местные гидравлические сопротивления. Формула Дарси и формула Вейсбаха. /Лек/  | 5 | 2 |  |
| 2.7 | Определение коэффициента гидравлического трения. /Лаб/   | 5 | 2 |  |
| 2.8 | Потери напора при внезапном расширении трубы /Лаб/   | 5 | 2 |  |
| 2.9 | Потери напора при внезапном сужении трубы /Лаб/  | 5 | 2 |  |
|     | <b>Раздел 3. ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЯ, НАСАДКИ, ВОДОСЛИВЫ. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЫЖОК И СОПРЯЖЕНИЕ БЬЕФОВ</b>   |   |   |  |
| 3.1 | Истечение жидкости через отверстия и насадки: Классификация отверстий. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке в атмосферу. Водосливы: Классификация водосливов. Гидравлический расчет водосливов. /Лек/  | 5 | 4 |  |
| 3.2 | Опытное определение коэффициентов расхода, скорости, сжатия и сопротивления из отверстий и насадок. Понятие инверсии струи. Виды насадок. Гидравлический прыжок и сопряжение бьефов: Условия образования гидравлического прыжка. Основное уравнение гидравлического прыжка. График прыжковой функции. /Ср/   | 5 | 9 |  |
| 3.3 | Истечение жидкости через отверстия, насадки, водосливы. гидравлический прыжок и сопряжение бьефов /Пр/   | 5 | 4 |  |
| 3.4 | Испытания мерной диафрагмы. /Лаб/  | 5 | 2 |  |
| 3.5 | Испытания дроссельного регулятора расхода. /Лаб/   | 5 | 2 |  |
|     | <b>Раздел 4. ГИДРАВЛИКА ДОРОЖНЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ И МАЛЫХ МОСТОВ</b>  |   |   |  |
| 4.1 | Дорожные водопропускные сооружения: Гидравлическая классификация дорожных труб. Гидравлический расчет отверстий дорожных труб и малых мостов. /Лек/  | 5 | 4 |  |
| 4.2 | Гидравлика больших мостов: Русловые процессы. Основные принципы расчета отверстий больших мостов. /Ср/   | 5 | 6 |  |
| 4.3 | Гидравлический расчет дорожных водопропускных труб. /Пр/   | 5 | 4 |  |
|     | <b>Раздел 5. ДВИЖЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД</b>  |   |   |  |
| 5.1 | Движение грунтовых вод. Основы расчета ламинарной фильтрации. Расчет фильтрующих насыпей. /Ср/   | 5 | 9 |  |
|     | <b>Раздел 6. ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ</b>   |   |   |  |

|  |   |   |      |  |
|--|---|---|------|--|
| 6.1  | Общая гидрология суши: Круговорот воды в природе. Уравнение водного баланса. Основы речной гидрометрии: Измерение уровней и глубин воды. Измерение скоростей течения воды. Определение расходов воды речных потоков.<br><br>/Лек/ | 5 | 2    |  |
| 6.2  | Основы речной гидрометрии /Пр/  | 5 | 2    |  |
| <b>Раздел 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА</b>        |   |   |      |  |
| 7.1  | Подготовка к лекциям /Ср/   | 5 | 9    |  |
| 7.2  | Подготовка к практическим работам /Ср/  | 5 | 18   |  |
| 7.3  | Подготовка к лабораторным работам /Ср/  | 5 | 18   |  |
| <b>Раздел 8. КОНТАКТНЫЕ ЧАСЫ НА АТТЕСТАЦИЮ</b> |   |   |      |  |
| 8.1  | Консультация перед экзаменом /КЭ/   | 5 | 2    |  |
| 8.2  | Экзамен /КЭ/  | 5 | 0,35 |  |

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители  | Заглавие   | Издательство, год    | Эл. адрес   |
|------|--|--|----------------------|---|
| Л1.1 | Волчек А.А., под общ. ред., Волчек А.А., Шведовский П.В., Шешко Н.Н. | Гидравлика, гидрология, гидрометрия: Учебное пособие | Москва: КноРус, 2021 | <a href="https://www.book.ru/book">https://www.book.ru/book</a> |

##### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители           | Заглавие   | Издательство, год   | Эл. адрес   |
|------|-------------------------------|--|---------------------|---|
| Л2.1 | Калекин В. С., Михайлец С. Н. | Гидравлика и теплотехника: Учебное пособие для вузов | Москва: Юрайт, 2020 | <a href="https://urait.ru/bcode/457">https://urait.ru/bcode/457</a> |

#### 6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

##### 6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

|         |           |
|---------|-----------|
| 6.2.1.1 | MS Office |
|---------|-----------|

##### 6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

|   |  |
|---|--|
| 6.2.2.1   | Естественнонаучный образовательный портал: <a href="http://en.edu.ru/">http://en.edu.ru/</a>   |
| 6.2.2.2   | Международная профессиональная база данных «SpringerMaterials»: <a href="https://materials.springer.com/">https://materials.springer.com/</a>  |
| 6.2.2.3   | Консультант плюс   |
| 6.2.2.4   | Гарант АСПИЖТ  |
| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |  |
| 7.1   | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).                                |
| 7.2   | Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное) |
| 7.3   | Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.   |
| 7.4   | Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.   |
| 7.5   | Лаборатория, оснащенная специальным лабораторным оборудованием: стенд гидравлический ТМЖ 2.  |

Приложение  
к рабочей программе дисциплины

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)  
**«Гидравлика и гидрология»**

Направление подготовки / специальность

**23.05.06 Строительство железных дорог,  
мостов и транспортных тоннелей**

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

**Управление техническим состоянием  
железнодорожного пути**

---

*(наименование)*

## О г л а в л е н и е

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

# 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: экзамен (5 семестр – очное обучение)

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

| Код и наименование компетенции   | Код индикатора достижения компетенции   |
|--|---|
| ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования             | ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты |
| ПК-1. Способен организовывать и выполнять инженерные изыскания транспортных путей и сооружений, включая геодезические, гидрометрические и инженерно-геологические работы | ПК-1.3. Производит гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры   |

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине  | Оценочные материалы (семестр 5) |
|---|--|---------------------------------|
| ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты | Обучающийся знает:<br>методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, методику проведения и обработки результатов физического эксперимента в области гидравлики и гидрологии   | Вопросы п. 2.1.1<br>Тесты 2.1.2 |
|   | Обучающийся умеет:<br>применять методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, проводить физические эксперименты по заданной методике и обрабатывать их результаты в области гидравлики и гидрологии                                | Задания п. 2.2.1                |
|   | Обучающийся владеет:<br>навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, навыками проведения физических экспериментов по заданной методике и навыками обработки их результатов в области гидравлики и гидрологии | Задания п. 2.2.2                |
| ПК-1.3. Производит гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры   | Обучающийся знает:<br>основные законы гидравлики: законы равновесия и движения жидкости; физическую сущность явлений, изучаемых гидравликой; формы движения жидкости и уравнения,  | Тесты п. 2.1.3                  |

|  |   |                  |
|--|---|------------------|
|  | которыми они описываются, основы гидрология и гидрометрии   |                  |
|  | Обучающийся умеет:<br>использовать основные понятия и законы гидравлики и гидрологии для решения практических задач; проводить гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры | Задания п. 2.2.3 |
|  | Обучающийся владеет:<br>навыками применения основных понятий и законов гидравлики и гидрологии для решения предметно-профильных задач   | Задания п. 2.2.4 |

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

## 2. Типовые<sup>1</sup> контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

### 2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Образовательный результат  |
|---|--|
| ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты   | Обучающийся знает:<br>методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, методику проведения и обработки результатов физического эксперимента в области гидравлики и гидрологии |
| <b>2.1.1 Примеры вопросов</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основное уравнение гидростатики и его применение.</li> <li>2. Основное уравнение неразрывности и его применение</li> <li>3. Уравнение Бернулли и его применение</li> <li>4. Способы описания движения жидкости</li> <li>5. Режимы течения жидкости.</li> <li>6. Гидромеханическое подобие.</li> <li>7. Равномерное и неравномерное движение жидкости в открытых руслах.</li> <li>8. Круговорот воды в природе. Уравнение водного баланса и его применение.</li> </ol> |  |
| <b>2.1.2 Примеры тестов</b>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гипотеза сплошности позволяет рассматривать жидкость при атмосферном давлении как ... <ol style="list-style-type: none"> <li>a) деформируемую систему материальных частиц, обладающую постоянным давлением</li> <li>b) деформируемую систему материальных частиц, обладающую постоянной температурой</li> <li>c) недеформируемую систему материальных частиц, непрерывно заполняющих пространство в котором она движется</li> </ol> </li> </ol>                       |  |

<sup>1</sup> Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

- d) деформируемую систему материальных частиц, непрерывно заполняющих пространство, в котором она движется
2. 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
3. Для описания движения жидкости в гидравлике используют способы ...
- Паскаля и Бернулли
  - Ньютона и Полени
  - Лагранжа и Эйлера
  - Альтшуля и Громеки
4. Напорная линия при движении реальной жидкости вдоль потока ...
- всегда падает
  - горизонтальна
  - поднимается и опускается в зависимости от вида трубопровода
  - всегда поднимается
5. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости можно определить по наличию ...
- отличий в написании нет
  - потерь напора по длине и местных потерь
  - средней скорости и максимальной скорости
  - корректива скорости  $\alpha$  и потерь напора
6. Для практического определения местных потерь на резкое расширение при вычислении их по формуле Борда не используют такой показатель как ...
- диаметр трубопровода до расширения
  - диаметр трубопровода после расширения
  - длина водоворотной зоны
  - расход жидкости
7. Кинематически подобные системы ...
- иногда могут быть динамически подобными
  - иногда могут быть геометрически подобными
  - всегда геометрически подобны
  - всегда динамически подобны
8. Основной особенностью гидравлического расчета трубопроводов с последовательным соединением участков является то, что ...
- расход и потери напора на всех участках одинаковы;
  - расходы на участках суммируются, а потери на участках одинаковы;
  - расход и потери напора на всех участках суммируются;
  - расход на участках одинаков, а потери на участках суммируются
9. Определение диаметров труб участков магистрали при расчете разветвленного тупикового трубопровода выполняются следующим образом:
- диаметры выбираются максимально возможными для уменьшения потерь напора в трубопроводной сети
  - диаметры определяются в зависимости от расхода путем задания экономической скорости, при которой общая стоимость всех сооружений и расходов на их эксплуатацию будет минимальной
  - диаметры участков принимаются одинаковыми и определяются путем задания экономической скорости, при которой общая стоимость всех сооружений и расходов на их эксплуатацию будет минимальной
  - диаметры выбираются минимально возможными для уменьшения стоимости трубопроводной сети
10. При моделировании по критерию Фруда при одинаковом значении плотности и одинаковом  $g$  масштабный коэффициент для пересчета скоростей равен ...
- $M_1$
  - $M_1^{2,5}$
  - $M_1^2$
  - $M_1^{1/2}$
11. Для достижения сжатия потока по высоте со стороны верхнего бьефа высота водослива должна быть ...

- a)  $p < 0$
- b)  $p = 0$
- c)  $p > 0$
- d)  $p < 10$
- e)  $p > 10$

12. Физическая характеристика – удельная теплоемкость имеет следующее значение для водных объектов на Земле:

- a) регулирование тепловых процессов
- b) существование водоемов и водотоков
- c) сохранение жизни в водоемах зимой
- d) существование ледников и снежного покрова
- e) вода переносит наносы, совершает механическую и эрозионную работу

13. Скорость течения в речном потоке тем больше, чем...

- a) больше глубина русла и уклон водной поверхности, и меньше шероховатость русла
- b) меньше глубина русла и уклон водной поверхности, и больше шероховатость русла
- c) больше глубина русла, меньше шероховатость русла и уклон водной поверхности
- d) больше глубина русла и шероховатость русла, и меньше уклон водной поверхности
- e) больше шероховатость русла и уклон водной поверхности, и меньше глубина русла

14. Физическая характеристика – температура кипения имеет следующее значение для водных объектов на Земле:

- a) существование водоемов и водотоков
- b) существование ледников и снежного покрова
- c) сохранение жизни в водоемах зимой
- d) регулирование тепловых процессов
- e) вода переносит наносы, совершает механическую и эрозионную работу

15. На режим грунтовых вод влияют, прежде всего, ... факторы:

- a) климатические
- b) геоморфологические
- c) гидрохимические
- d) почвенные
- e) суточные колебания испарения

ПК-1.3. Производит гидromетрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры

Обучающийся знает: основные законы гидравлики: законы равновесия и движения жидкости; физическую сущность явлений, изучаемых гидравликой; формы движения жидкости и уравнения, которыми они описываются, основы гидрология и гидрометрии

### 2.1.3 Примеры тестов

1. Выберите правильный вариант указания поверхностных сил.

- a) сила тяжести и сила инерции
- b) силы инерции и поверхностные силы давления
- c) гравитационные и касательные к поверхности силы трения
- d) нормальные и поверхностные силы давления

2. По какой формуле определяется коэффициент температурного расширения?

- a)  $\beta_V = \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta T}$     b)  $\beta_V = -\frac{\Delta V}{V \cdot \Delta p}$     c)  $\beta_V = \frac{V}{\Delta V \cdot \Delta T}$     d)  $\beta_V = \frac{V}{\Delta V \cdot \Delta p}$

3. Как формулируется закон Паскаля?

- a) «Внешнее давление, производимое на жидкость, заключенную в замкнутом сосуде, передается этой жидкостью во все стороны без изменения»
- b) «Тело, погруженное в жидкость, теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная им жидкость»
- c) «Давление в любой точке покоящейся жидкости по всем направлениям одинаково и не зависит от ориентации площадки, на которую оно действует»

4. Жидкость, движущаяся внутри трубки тока, образует ...

- a) струйку
- b) жидкую частицу
- c) линию тока

- d) элементарную струйку
5. Для динамически подобных систем масштаб коэффициентов гидравлического трения  $\lambda$  и Шези  $C$  равны ...
- масштабу сил  $a_f$
  - масштабу скоростей  $a_v$
  - масштабу длин  $a_l$
  - 1 (единице)
6. Потери напора по длине при турбулентном режиме в области гидравлически гладких труб пропорциональны скорости  $v$  (во) ... (степени).
- степени 1,75
  - 2-й степени
  - 1,75 ... 2,0
  - 1-й степени
7. Насадком называется короткая напорная труба, при расчете которой ...
- учитываются только потери по длине
  - учитываются как местные потери, так и потери по длине
  - всеми потерями напора пренебрегают
  - учитываются только местные потери
8. Коэффициенты сжатия  $\varepsilon$ , скорости  $\varphi$  и расхода  $\mu$  связан соотношением...
- $\varepsilon = \mu \cdot \varphi$
  - $\mu = \varepsilon \cdot \varphi$
  - $\mu = \varepsilon / \varphi$
  - $\varphi = \varepsilon \cdot \mu$
9. Напор  $H$  при расчете коротких трубопроводов в случае истечения в атмосферу расходуется на ...
- на преодоление потерь напора по длине
  - на преодоление только местных потерь напора
  - преодоление всех потерь напора в трубопроводе и создание скоростного напора в выходном сечении
  - на преодоление всех потерь напора в трубопроводе
10. Табличное определение модуля расхода  $K$  (расходной характеристики) производится в зависимости от ...
- диаметра трубы, длины и типа жидкости
  - материала трубы, типа жидкости и толщины стенок
  - степени износа, толщины стенок и длины
  - диаметра, материала трубы и степени ее износа
11. Водосливы-водомеры применяются для ...
- измерения расходов на криволинейных участках русел и каналов
  - измерения скоростей течения
  - высокой точности измерения расходов
  - измерения расходов в подтопленных условиях
  - измерения расходов на прямолинейных участках русел и каналов
  - измерения давления
12. Наука, изучающая водную оболочку земли, ее свойства и протекающие в ней процессы и явления во взаимосвязи с атмосферой, литосферой и биосферой, называется:
- гидрология
  - гидрогеология
  - гидрометрия
  - гидрография
  - общая гидрология
13. Удаление неиспользуемой части воды из водохранилища, называется
- сброс
  - попуск
  - подпор
  - напор
  - напорный фронт
14. Гидротехническое сооружение в виде насыпи для защиты территории от наводнений, направленного

отклонения потока воды, называется

- a) запруда
- b) плотина
- c) перемычка
- d) бьеф
- e) дамба

15. Закономерные плановые деформации речных излучин, называются

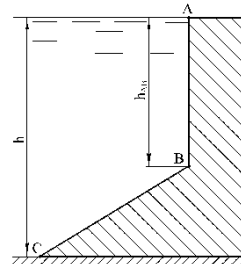
- a) меандрирование
- b) русловой процесс
- c) русловые деформации
- d) русловые образования
- e) речная гидравлика

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Образовательный результат   |
|---|---|
| ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты | Обучающийся умеет:<br>применять методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, проводить физические эксперименты по заданной методике и обрабатывать их результаты в области гидравлики и гидрологии |

### 2.2.1 Примеры заданий

1. Построить эпюры избыточного гидростатического давления воды на стенки плотины ломаного очертания, изображенной на рисунке. Определить силы давления на 1 метр ширины вертикальной и наклонной частей плотины и точки их приложения, если глубина воды  $h = 7$  м, высота вертикальной части стены  $AB$   $h_{AB} = 4$  м; угол наклона стены  $BC$  к горизонту  $30^\circ$ .



2. Из открытого резервуара, в котором поддерживается постоянный уровень, по стальному трубопроводу (эквивалентная шероховатость  $\Delta = 0,1$  мм), состоящая из труб разного диаметра  $d$  и различной длины  $l$  ( $d_1 = 50$  мм,  $l_1 = 5$  м,  $d_2 = 100$  мм,  $l_2 = 2,5$  м,  $d_3 = 75$  мм,  $l_3 = 3$  м) вытекает в атмосферу вода, расход которой  $Q = 10$  л/с, температура  $t = 60^\circ\text{C}$  (рис.1).

- Требуется:
1. Определить скорости движения воды и потери напора (по длине и местные) на каждом участке трубопровода;
  2. Установить величину напора  $H$  в резервуаре;
  3. Построить напорную и пьезометрическую линии.

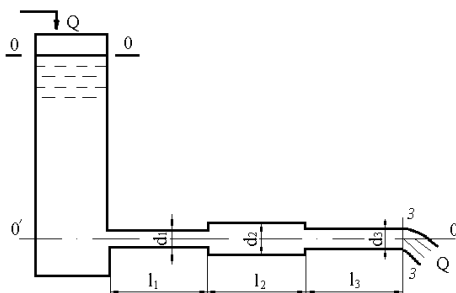


Рис. 1

3. Определить диаметр трубопровода для подачи 15 л/с воды от водонапорной башни  $B$  до предприятия  $A$  (рис. 2) при длине трубопровода  $l = 1000$  м, отметке уровня воды в башне  $H_B = 32$  м, геодезической отметке в конце трубопровода  $z_A = 2$  м и свободном напоре  $H_{св} \geq 12$  м, если трубы:

- а) стальные;
- б) полиэтиленовые;
- в) асбестоцементные.

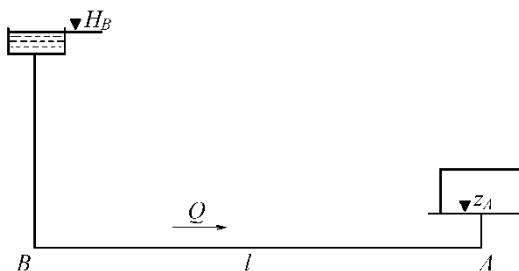


Рис. 2

ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты

Обучающийся владеет: навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, навыками проведения физических экспериментов по заданной методике и обрабатывать их результаты в области гидравлики и гидрологии

### 2.2.2 Примеры заданий

#### Кейс – задание 1.

##### Подзадача 1

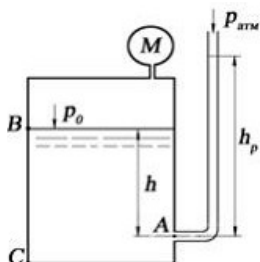
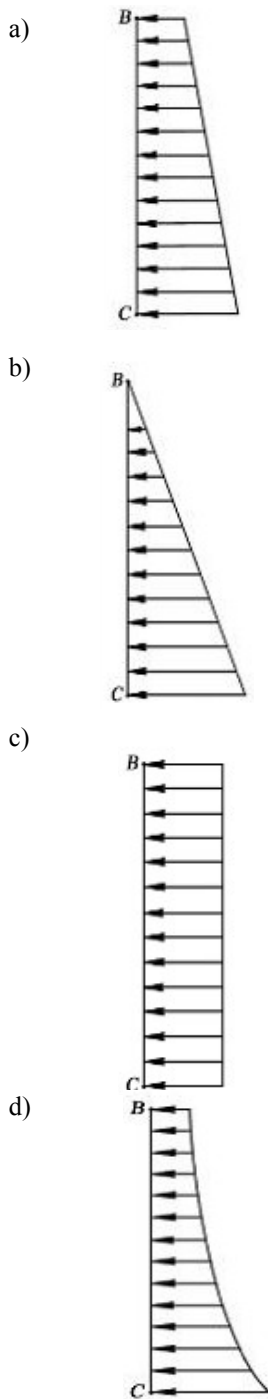


Рис.1

Манометр на поверхности закрытого сосуда, наполненного водой плотностью  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  показывает давление  $p_M = 0,06 \text{ кгс/см}^2$ . На глубине  $h = 1,4 \text{ м}$  к сосуду присоединен пьезометр с атмосферным давлением  $p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$  на свободной поверхности. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Эпюра избыточного давления на плоскую вертикальную стенку ВС имеет вид:



**Подзадача 2**

Манометр на поверхности закрытого сосуда, наполненного водой плотностью  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  показывает давление  $p_M = 0,06 \text{ кгс/см}^2$ . На глубине  $h = 1,4 \text{ м}$  к сосуду присоединен пьезометр с атмосферным давлением  $p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$  на свободной поверхности. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Абсолютное давление в точке А (рис. 1) составляет \_\_\_\_\_ МПа. Ответ ввести с точностью до сотых.

**Подзадача 3**

Манометр на поверхности закрытого сосуда, наполненного водой плотностью  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  показывает давление  $p_M = 0,06 \text{ кгс/см}^2$ . На глубине  $h = 1,4 \text{ м}$  к сосуду присоединен пьезометр с атмосферным давлением  $p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$  на свободной поверхности. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Высота поднятия воды  $h_p$  в пьезометре (рис. 1) составляет \_\_\_\_\_ м. Ответ ввести с точностью до

## Кейс – задание 2.

## Подзадача 1

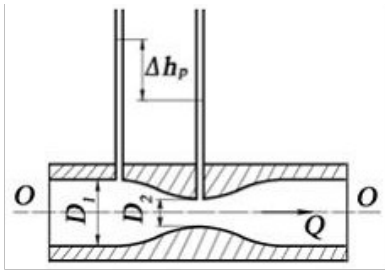


Рис 2.

Перепад уровней в пьезометрах до сужения ( $D_1 = 0,1$  м) и в узкой горловине ( $D_2 = 0,05$  м) в трубе круглого сечения, в которой установлен водомер Вентури, составляет 0,4 м. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ ,  $\pi = 3,14$ . При входе в узкую горловину водомера, приведенного на рис. 2,

- часть потенциальной энергии потока жидкости переходит в кинетическую;
- часть кинетической энергии потока жидкости переходит в потенциальную;
- механическая энергия потока жидкости существенно возрастает;
- не происходит изменения механической энергии потока жидкости.

## Подзадача 2

Перепад уровней в пьезометрах до сужения ( $D_1 = 0,1$  м) и в узкой горловине ( $D_2 = 0,05$  м) в трубе круглого сечения, в которой установлен водомер Вентури, составляет 0,4 м. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ ,  $\pi = 3,14$ . На рис. 2 постепенное расширение называется...

\_\_\_\_\_

(написать ответ)

## Подзадача 3

Перепад уровней в пьезометрах до сужения ( $D_1 = 0,1$  м) и в узкой горловине ( $D_2 = 0,05$  м) в трубе круглого сечения, в которой установлен водомер Вентури, составляет 0,4 м. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ ,  $\pi = 3,14$ . Найти расход жидкости в трубе, ответ записать в л/с, с точностью до десятых.

## Кейс – задание 3.

## Подзадача 1

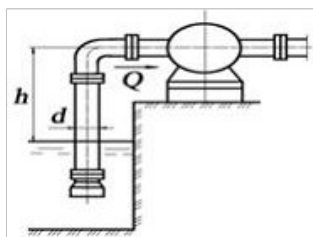


Рис. 3

Насос производительностью  $Q = 0,03 \text{ м}^3/\text{с}$  забирает воду из бассейна. Длина всасывающей трубы насоса  $l=10\text{м}$ , диаметр трубы  $d = 200$  мм, давление на входе в насос  $p_{\text{вак}} = 0,06$  МПа. Трубопровод содержит приемный клапан с сеткой ( $\xi_{\text{кл}} = 6$ ) и одно сварное колено ( $\xi_{\text{кол}} = 2$ ). Коэффициент сопротивления  $\lambda = 0,02$ . Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ ,  $\pi = 3,14$ , плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

В сечении приведенного на рис. 3 трубопровода, расположенном непосредственно перед насосом, давление:

- меньше атмосферного;
- больше атмосферного;
- равно атмосферного;
- равно 0.

### Подзадача 2

Насос производительностью  $Q = 0,03 \text{ м}^3/\text{с}$  забирает воду из бассейна. Длина всасывающей трубы насоса  $l=10\text{м}$ , диаметр трубы  $d = 200 \text{ мм}$ , давление на входе в насос  $p_{\text{васк}} = 0,06 \text{ МПа}$ . Трубопровод содержит приемный клапан с сеткой ( $\xi_{\text{кл}} = 6$ ) и одно сварное колено ( $\xi_{\text{кол}} = 2$ ). Коэффициент сопротивления  $\lambda = 0,02$ . Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ ,  $\pi = 3,14$ , плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

Насос, представленный на рис. 3, поднимает жидкость из резервуара за счет \_\_\_\_\_ во всасывающем патрубке. Вписать правильный ответ.

### Подзадача 3

Насос производительностью  $Q = 0,03 \text{ м}^3/\text{с}$  забирает воду из бассейна. Длина всасывающей трубы насоса  $l=10\text{м}$ , диаметр трубы  $d = 200 \text{ мм}$ , давление на входе в насос  $p_{\text{васк}} = 0,06 \text{ МПа}$ . Трубопровод содержит приемный клапан с сеткой ( $\xi_{\text{кл}} = 6$ ) и одно сварное колено ( $\xi_{\text{кол}} = 2$ ). Коэффициент сопротивления  $\lambda = 0,02$ . Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ ,  $\pi = 3,14$ , плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

Допустимая высота установки насоса над уровнем воды в бассейне равна \_\_\_\_\_ м. Ответ ввести с точностью до десятых.

ПК-1.3.

Производит гидromетрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры

Обучающийся умеет:

использовать основные понятия и законы гидравлики и гидрологии для решения практических задач; проводить гидromетрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры

### 2.2.3 Примеры тестовых заданий

1. Определить плотность жидкости, полученную смешиванием двух жидкостей  $\rho_1=880 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_2=900 \text{ кг/м}^3$ , с объемами  $V_1=20 \text{ л}$  и  $V_2=100 \text{ л}$ .
  - a)  $850 \text{ кг/м}^3$ ;
  - b)  $897 \text{ кг/м}^3$ ;
  - c)  $900 \text{ кг/м}^3$ ;
  - d)  $986 \text{ кг/м}^3$ .
2. Чему равно гидростатическое давление в точке А, если она заглублена на расстоянии 2 м от свободной поверхности, на которую действует давление равное 2 кПа. Плотность жидкости принять равной  $1000 \text{ кг/м}^3$ .
  - a) 19,62 кПа
  - b) 31,43 кПа
  - c) 21,62 кПа
  - d) 103 кПа
3. Сила избыточного гидростатического давления на горизонтальную прямоугольную площадку (дно сосуда) в открытом сосуде будет равна ... при следующих исходных данных: площадка заглублена в воду на 2 м и имеет площадь  $2 \text{ м}^2$ .
  - a) 4 кН
  - b) 400 кПа
  - c) 400 кН
  - d) 40 кПа
  - e) 4 кПа
  - f) 40 кН
4. Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту  $H = 15 \text{ см}$ . Чему равна скорость жидкости в трубопроводе
  - a)  $2,94 \text{ м/с}$ ;
  - b)  $17,2 \text{ м/с}$ ;
  - c)  $1,72 \text{ м/с}$ ;
  - d)  $8,64 \text{ м/с}$ .
5. Каким будет число Рейнольдса, если скорость жидкости  $V = 10 \text{ м/с}$ , внутренний диаметр трубопровода  $d = 10 \text{ мм}$ , кинематический коэффициент вязкости жидкости  $\nu = 10 \text{ сСт}$ ?
  - a) 10
  - b) 1000
  - c) 100
  - d)
  - e) 10000
6. Если длина трубопровода 200 м, расход жидкости  $0,10 \text{ м}^3/\text{с}$ , диаметр трубы 0,25 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,06, то потери по длине для потока жидкости равны ... Напишите ответ.
7. 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... Напишите ответ.

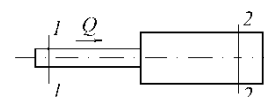
8. Если заглубление внутреннего цилиндрического насадка под уровень воды составляет 1 м, а скорость истечения 5 м/с, то избыточное давление над поверхностью воды в закрытом баке равно \_\_\_\_\_ кПа.
- 15,3
  - 30,6
  - 7,7
  - 77
9. Диаметр отверстия в резервуаре равен 10 мм, а диаметр истекающей через это отверстие струи равен 8 мм. Чему равен коэффициент сжатия струи?
- Варианты ответа:
- 1,08;
  - 1,25;
  - 0,08;
  - 0,8.
10. Время опорожнения прямоугольного бака при присоединении к отверстию насадка Вентури при прочих неизменных характеристиках ...
- увеличится
  - уменьшится в 1,15 раза
  - не изменится
  - уменьшится в 1,32 раза
11. Перепад уровней воды между баками равен 2,5 м, а диаметр отверстия 5 см. Расход воды при истечении из малого отверстия в стенке открытого бака при совершенном сжатии и истечении под уровень равен \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>/с.
- 0,0099
  - 0,0085
  - 0,017
  - 0,019
12. Геометрический напор на треугольном водосливе 0,4 м, расход, проходящий через водослив по формуле Томсона, равен \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>/с.
- 0,284
  - 1,142
  - 0,142
  - 2,842

ПК-1.3. Производит гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры

Обучающийся владеет: навыками применения основных понятий и законов гидравлики и гидрологии для решения предметно-профильных задач

#### 2.2.4 Примеры заданий

- При гидравлическом испытании трубопровода, имеющего диаметр  $d = 200$  мм и длину  $l = 200$  м, избыточное давление воды в трубе поднято до  $p_1 = 4$  МПа. Коэффициент объемного сжатия воды  $\beta_v = 0,0005$  1/МПа. Деформация стенок не учитывается. Требуется определить: объем воды при атмосферном давлении; объем воды, которая была добавлена, чтобы повысить давление в трубопроводе до  $p_1$ .
- Прямоугольная пластина размером  $600 \times 300$  мм скользит по слою глицерина толщиной  $\delta = 5$  мм. Кинематическая вязкость глицерина  $\nu = 9,7$  см<sup>2</sup>/с, плотность  $\rho = 1245$  кг/м<sup>3</sup>. Определить какую силу  $F$  нужно приложить к пластине, чтобы ее скорость скольжения равнялась 1 м/с.
- В U-образный сосуд налиты ртуть и вода. Линия раздела жидкостей расположена ниже свободной поверхности ртути на 8 см. Определить разность уровней в обеих частях сосуда. Удельный вес воды и ртути соответственно равны: 9,81 кН/м<sup>3</sup>, 132,85 кН/м<sup>3</sup>.
- Если длина трубопровода 200 м, расход жидкости 0,10 м<sup>3</sup>/с, диаметр трубы 0,25 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,06, то потери по длине для потока жидкости равны ...
- Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при расходе жидкости равном 10 см<sup>3</sup>/с, диаметре трубы 2 см и коэффициентом вязкости  $10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с составляет...
- Если скорость протекающей в трубе жидкости составляет 1,5 м/с, длина трубы 400 м, коэффициент гидравлического трения 0,03 и потери по длине составляют 4 м, то диаметр трубы равен ...
- Определить потерю напора на внезапное расширение потока (рис. 3), если известны показания пьезометров  $h_1 = 16$  см,  $h_2 = 30$  см, диаметры  $d_1 = 20$  мм,  $d_2$



= 50 мм, расход  $Q = 1$  л/с.

Рис. 3

8. Определите скорость истечения воды в атмосферу из малого отверстия в стенке открытого бака при совершенном сжатии, если заглубление его под уровень воды 3 м.
9. Расход воды при истечении под уровень, равен  $0,014$  м<sup>3</sup>/с, а диаметр отверстия составляет 5 см. Найдите перепад уровней воды при истечении из внешнего цилиндрического насадка, расположенного в стенке открытого бака, при истечении под уровень.
10. Два закрытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 150 мм (модуль расхода  $K = 160,62$  л/с), расход воды составляет 45 л/с, перепад уровней в баках равен 6 м, избыточное давление над уровнем жидкости во втором баке составляет 0,5 атм, длина трубопровода 150 м. Найдите избыточное давление над уровнем жидкости в первом баке.
11. Установить, будет ли происходить размыв или заиливание канала трапецеидального поперечного сечения при следующих условиях:
  - а) когда ширина русла по дну  $b = 1,4$  м; коэффициент заложения откосов  $m = 1,0$ ; расчетный расход  $Q = 0,88$  м<sup>3</sup>/с, поток влечет среднеспесчаные наносы, а глубина потока  $h = 0,8$  м.
  - б)  $b = 0$  м,  $m = 1,5$ ;  $h = 1,0$  м; русло прорыто в плотных лессовидных грунтах,  $2,1$  м<sup>3</sup>/с; наносы крупно песчаные;
  - в)  $b = 0$  м,  $m = 1,5$ ;  $h = 0,9$  м; русло укреплено кладкой из обыкновенного кирпича на цементном растворе, наносы со средним диаметром частиц  $d_{cp} = 0,4$  мм;  $Q = 1,3$  м<sup>3</sup>/с.
12. Определить среднюю скорость и расход потока в канале, если известны:
  - а) уклон дна  $i = 0,0025$ ; ширина русла по дну  $b = 0,8$  м; коэффициент заложения откосов  $m = 1,5$ ; коэффициент шероховатости  $n = 0,011$ ; а глубина равномерного движения потока  $h_0 = 0,38$  м;
  - б)  $i = 0,0036$ ;  $b = 2,0$  м;  $m = 0$ ;  $n = 0,014$ ;  $h_0 = 0,56$  м;
  - в)  $i = 0,0049$ ;  $b = 0$  м;  $m = 1,25$ ;  $n = 0,0225$ ;  $h_0 = 0,82$  м.
13. При равномерном движении грунтового потока известен уклон подстилающего водонепроницаемого слоя  $i = 0,04$ , расход на 1 пог.м ширины потока  $q = 0,018$  л/с и глубина потока  $h_0 = 2,8$  м. Определить коэффициент фильтрации грунта.
14. Проектируемый горизонтальный отстойник, предназначенный для выделения из природной воды путем гравитационного осаждения содержащихся в ней во взвешенном состоянии частиц с плотностью большей, чем плотность воды, должен иметь глубину  $H = 4,2$  м и ширину  $B = 6$  м при заданной производительности  $Q = 94,5$  л/с. Требуется определить необходимую длину отстойника  $L$  для полного осаждения частиц, гидравлической крупностью  $\omega_0 = 0,5$  мм/с.
15. Построить кривую депрессии и определить фильтрационный расход на 1 пог.м однородной земляной пластины, расположенной на горизонтальном водоупоре, если  $l = 11$  м,  $h_{вв} = 10$  м,  $b = 8$  м,  $m_1 = 3$  м,  $m_2 = 2$  м,  $k = 0,0004$  см/с,  $h_{нв} = 2$  м.

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

#### Гидростатика

1. Основные физические свойства жидкостей. Сжимаемость жидкости. Вязкость и внутреннее трение в жидкости.
2. Гидростатическое давление и его свойства.
3. Приборы, измеряющие давление. Единицы измерения давления.
4. Основное уравнение гидростатики и его геометрический и энергетический смысл.
5. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Пьезометрический, гидростатический напор.
6. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.
7. Сила давления жидкости на плоские поверхности.
8. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности.
9. Надводное плавание тел. Остойчивость плавающих тел, центр давления.

#### Гидродинамика

1. Понятие об установившемся и неустановившемся движении жидкости. Линия тока и элементарная струйка.
2. Потоки жидкости, расход и средняя скорость потока.

3. Уравнение неразрывности несжимаемой жидкости.
4. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
5. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости.
6. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли для реальной жидкости.
7. Понятие о равномерном и неравномерном движениях напорном и безнапорном движениях жидкости.
8. Гидравлические сопротивления. Гидравлические элементы потока. Гидравлический уклон.
9. Основное уравнение равномерного движения жидкости.
10. Режимы движения жидкости. Критическое число Рейнольдса.
11. Подобие гидромеханических процессов.
12. Расход и средняя скорость ламинарного потока. Распределение скоростей. Потери напора на трение при ламинарном режиме.
13. Распределение скоростей и потери напора по длине при турбулентном режиме в гидравлически гладких трубах.
14. Потери напора на трение при турбулентном режиме с учетом шероховатости.
15. Вычисление коэффициента Дарси.
16. Местные гидравлические сопротивления.
17. Уравнение Шези. Коэффициент Шези.

### **Истечение жидкости через отверстия, насадки, водосливы. Гидравлический прыжок и сопряжение бьефов**

1. Виды насадок. Области их применения.
2. Истечение жидкости из отверстий и насадок при постоянном напоре.
3. Истечение жидкости из отверстий при переменном напоре.
4. Движение жидкости в напорных трубопроводах при последовательном соединении.
5. Движение жидкости в напорных трубопроводах при параллельном соединении.
6. Расчет сифона.
7. Расчет кольцевого трубопровода.
8. Неустановившееся движение жидкости, гидравлический удар.
9. Работа гидравлического тарана.
10. Равномерное движение жидкости в открытых руслах.
11. Гидравлический показатель русла.
12. Расчет коллекторов работающих неполным сечением.
13. Допускаемые средние скорости равномерного потока.
14. Установившееся неравномерное плавно изменяющееся движение жидкости в открытых руслах.
15. Уравнение установившегося неравномерного плавно изменяющегося движения жидкости в призматическом русле.
16. Спокойное, бурное и критическое состояние потока.
17. Гидравлический прыжок. Определение параметров гидравлического прыжка.
18. Виды гидравлических прыжков.
19. График прыжковой функции.
20. Водосливы. Классификация водосливов.
21. Водосливы с тонкой стенкой. Определения расхода водослива с тонкой стенкой.

22. Водосливы с широким порогом. Определения расхода водослива с широким порогом.
23. Водосливы практического профиля. Определения расхода водослива практического профиля.
24. Боковое сжатие на водосливах практического профиля и широким порогом.
25. Сопряжение бьефов.

#### **Гидравлика дорожных водопропускных труб и малых мостов**

1. Гидравлика дорожных труб и малых мостов, косогорные сооружения.
2. Методы гашения энергии: водобойная стенка и водобойный колодец.
3. Движение грунтовых вод. Основы расчета ламинарной фильтрации.
4. Расчет фильтрующих насыпей.

#### **Основы гидрологии**

1. Круговорот воды в природе.
2. Уравнение водного баланса.
3. Гидравлическая классификация дорожных труб.
4. Ледовые явления на реках и наледи.
5. Понятие питания и водного режима рек.
6. Понятие движения наносов и русловых процессов.

### **3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации**

#### **Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий**

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

#### **Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий**

**«Отлично/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**«Хорошо/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – ставится за работу, если число ошибок и

недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

*Виды ошибок:*

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

### **Критерии формирования оценок по экзамену**

**«Отлично»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

**«Хорошо»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

**«Удовлетворительно»** – студент допустил существенные ошибки.

**«Неудовлетворительно»** – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.