

Документ подписан простейшим электронным способом  
 Информация о владельце: **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
 ФИО: Маловиченко Валентина Сергеевна  
 Должность: директор филиала  
 Дата подписания: 21.12.2024 14:18:48  
 Уникальный программный ключ:  
 9402362d053a824495dc52095db557388749cd18

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

## Гидравлика и гидрология

### Рабочая программа дисциплины(модуля)

Специальность 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 на курсах: экзамены

3

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Вид занятий				
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	4	4	4	4
Конт.ч. на аттест.	0,4	0,4	0,4	0,4
Конт.ч. на аттест. в период ЭС	2,3	2,3	2,3	2,3
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	14,7	14,7	14,7	14,7
Сам. работа	122,6	122,6	122,6	122,6
Часы на контроль	6,7	6,7	6,7	6,7
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

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

Рабочая программа дисциплины

**Гидравлика и гидрология**

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: 23.05.06-24-1-СЖДп.plz.plx

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

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Естественные науки**

Зав. кафедрой    Воров Вячеслав Теодорович

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Цель дисциплины – обеспечить формирование обучающихся профессиональных компетенций, позволяющих решать практические задачи на основе знаний основных понятий, методов законов гидравлики и гидрологии.
1.2	Задачами дисциплины является формирование умений и навыков последующим 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 в условиях процессов на пересечении трасс железных дорог с водотоками.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.27

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
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 Знать:</b>	
3.1.1	методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессы 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 гидрологии и гидрометрии
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	применять методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессы 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 Владеть:</b>	
3.3.1	навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессы 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

<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
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. /Ср/	3	12	
1.2	Приборы для измерения избыточного давления и давления разрежения. /Ср/	3	4	
	<b>Раздел 2. ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ</b>			

2.1	Кинематические элементы потока. Линия тока, трубка тока, элементарная струйка, поток. Виды движения жидкости: Установившееся и неустановившееся,напорноеибезнапорное,равномерноеинеравномерное. 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/	3	2	
2.2	Определение сил гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности. /Пр/	3	1	
2.3	Уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Д. Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и потока реальной (вязкой) жидкости. Потери напора. /Пр/	3	1	
2.4	Изучение режимов течения жидкости. /Лаб/	3	2	
2.5	Экспериментальная иллюстрация уравнения Бернулли. /Лаб/	3	2	
2.6	Определение коэффициента гидравлического трения. /Ср/	3	4	
2.7	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. /Ср/	3	12	
2.8	Потери напора при внезапном расширении трубы. /Ср/	3	4	
2.9	Потери напора при внезапном сужении трубы. /Ср/	3	4	
	<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. Опытное определение коэффициентов расхода, скорости, сжатия и сопротивлений из отверстий и насадок. Понятие инверсии струи. Виды насадок. Водосливы: Классификация водосливов. Гидравлический расчет водосливов. Гидравлический прыжок и сопряжение бьефов: Условия образования гидравлического прыжка. Основное уравнение гидравлического прыжка. График прыжковой функции. /Лек/	3	2	
3.2	Истечение жидкости через отверстия, насадки, водосливы. гидравлический прыжок и сопряжение бьефов /Пр/	3	2	
3.3	Испытания мерной диафрагмы. /Ср/	3	4	
3.4	Испытания дроссельного регулятора расхода. /Ср/	3	4	
	<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 малых мостов. Гидравлика больших мостов: Русловые процессы. Основные принципы расчета отверстий больших мостов. /Ср/	3	20	
	<b>Раздел 5. ДВИЖЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД</b>			
5.1	Движение грунтовых вод. Основы расчета ламинарной фильтрации. Расчет фильтрующих насыпей. /Ср/	3	18	
	<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. /Ср/	3	18	
	<b>Раздел 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА</b>			

7.1	Подготовка лекций /Ср/	3	2	
7.2	Подготовка практических работ /Ср/	3	4	
7.3	Подготовка лабораторных работ /Ср/	3	4	
7.4	Выполнение контрольной работы /Ср/	3	8,6	
<b>Раздел 8. КОНТАКТНЫЕ ЧАСЫ НА АТТЕСТАЦИЮ</b>				
8.1	Контрольная работа /КА/	3	0,4	
8.2	Консультация перед экзаменом /КЭ/	3	2	
8.3	Экзамен /КЭ/	3	0,3	
<b>5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>				
<p>Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.</p> <p>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.</p> <p>Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля), как правило, с использованием ЭИОС или путем проверки письменных работ, предусмотренных рабочими программами дисциплин в рамках контактной работы самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.</p>				
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	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/939026">https://www.book.ru/book/939026</a>
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	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/457000">https://urait.ru/bcode/457000</a>
<b>6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)</b>				
<b>6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения</b>				
6.2.1.1	MSOffice			
<b>6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем</b>				
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 ТМЖ2.

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 (3 курс – заочное 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 (курс 3)
ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты	Обучающийся знает: 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 Тесты 2.1.2
	Обучающийся умеет: 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: 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: 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	Тесты п. 2.1.3

	Обучающийся умеет: 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: 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 СамГУПС.

## 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 знания 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: методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений, методику проведения и обработки результатов физического эксперимента в области гидравлики и гидрологии
<p><b>2.1.1 Примеры вопросов</b></p> <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> <p><b>2.1.2 Примеры тестов</b></p> <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 ...
- $p < 0$

- 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

ПКО-1.3. Производит гидрометрический 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 в (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
- запруда
  - плотина
  - перемычка
  - бьеф

е) дамба

15. Закономерные плановые деформации речных излучин, называются

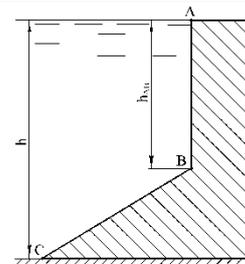
- а) меандрирование
- б) русловой процесс
- в) русловые деформации
- г) русловые образования
- е) речная гидравлика

## 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: 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 АВ  $h_{AB} = 4$  м; угол наклона стены ВС 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.

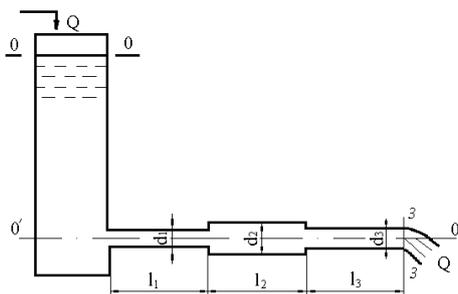


Рис. 1

3. Определить диаметр трубопровода для подачи 15 л/с воды от водонапорной башни В до предприятия А (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  $H_{ce} \geq 12$  м, если трубы:
  - а) стальные;
  - б) полиэтиленовые;
  - в) асбестоцементные.

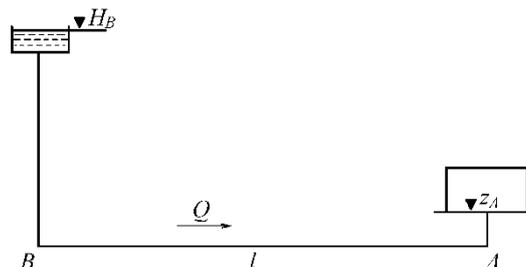


Рис. 2

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

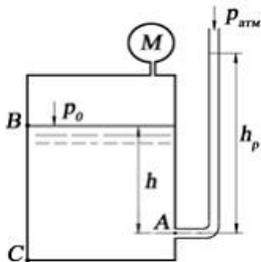
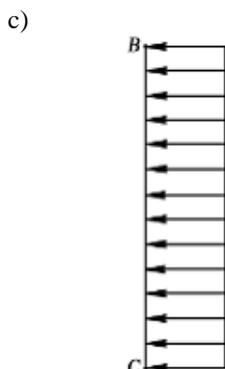
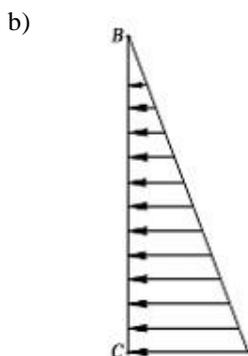
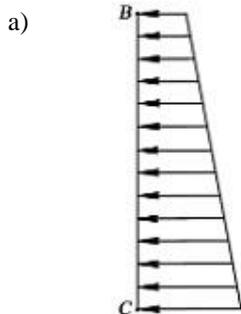
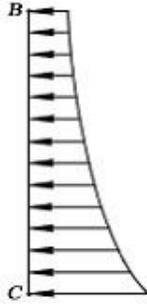


Рис.1

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 BC имеет вид:



d)



**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 в пьезометре (рис. 1) составляет \_\_\_\_\_ м. Ответ ввести с точностью до целого числа.

**Кейс – задание 2.**

**Подзадача 1**

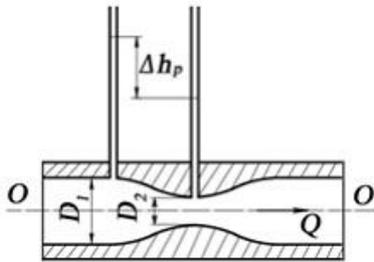


Рис.2.

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

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

**Подзадача 2**

Перепад уровней в пьезометрах до сужения ( $D_1 = 0,1 \text{ м}$ ) и в узкой горловине ( $D_2 = 0,05 \text{ м}$ ) в трубе круглого сечения, в которой установлен водомер Вентури, составляет  $0,4 \text{ м}$ . 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 ( $D_1 = 0,1 \text{ м}$ ) и в узкой горловине ( $D_2 = 0,05 \text{ м}$ ) в трубе круглого сечения, в которой установлен водомер Вентури, составляет  $0,4 \text{ м}$ . 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

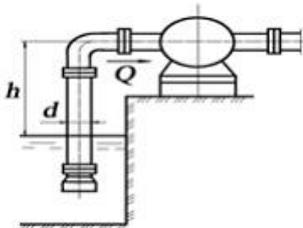


Рис.3

Насос производительностью  $Q=0,03 \text{ м}^3/\text{с}$  забирает воду из бассейна. Длина всасывающей трубы насоса  $l=10\text{м}$ , диаметр трубы  $d=200 \text{ мм}$ , давление на входе в насос  $p_{\text{вак}}=0,06 \text{ МПа}$ . 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  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

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  $p_{\text{вак}}=0,06 \text{ МПа}$ . 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  $p_{\text{вак}}=0,06 \text{ МПа}$ . 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 гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры	Обучающийся умеет: использовать основные понятия и законы гидравлики и гидрологии для решения практических задач; проводить гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры
---------	---	--

#### 2.2.3 Примеры тестовых заданий

- 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  $V_2=100 \text{ л}$ .
  - $850 \text{ кг/м}^3$ ;
  - $897 \text{ кг/м}^3$ ;
  - $900 \text{ кг/м}^3$ ;
  - $986 \text{ кг/м}^3$ .
- 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  $1000 \text{ кг/м}^3$ .
  - 19,62 кПа
  - 31,43 кПа
  - 21,62 кПа
  - 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                      б) 400 кПа                      в) 400 кН                      д) 40 кПа                      е) 4 кПа                      ф) 40 кН
4. Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту  $H = 15 \text{ см}$ . Чему равна скорость жидкости в трубопроводе
- a) 2,94 м/с;  
б) 17,2 м/с;  
в) 1,72 м/с;  
г) 8,64 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  
б) 1000  
в) 100  
г) 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.
- a) 15,3  
б) 30,6  
в) 7,7  
г) 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. 1,08;  
2. 1,25;  
3. 0,08;  
4. 0,8.
10. Время опорожнения прямоугольного бака при присоединении к отверстию насадка Вентури при прочих неизменных характеристиках ...
- a) увеличится  
б) уменьшится в 1,15 раза  
в) не изменится  
г) 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 \_\_\_\_\_  $\text{м}^3/\text{с}$ .
- a) 0,0099  
б) 0,0085  
в) 0,017  
г) 0,019
12. Геометрический напор на треугольном водосливе 0,4 м, расход, проходящий через водослив по формуле Томсона, равен \_\_\_\_\_  $\text{м}^3/\text{с}$ .
- a) 0,284  
б) 1,142  
в) 0,142  
г) 2,842

ПК-1.3. гидрометрический расчет для объектов транспортной инфраструктуры	Производит транспортный	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.

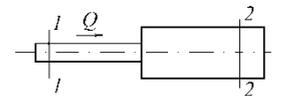


Рис. 3

- Определите скорость истечения воды в атмосферу из малого отверстия в стенке открытого бака при совершенном сжатии, если заглубление его под уровень воды  $3$  м.
- 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.
- 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 .
- Установить, будет ли происходить размыв или заилиние канала трапецеидального поперечного сечения при следующих условиях:
  - 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 среднепесчаные наносы, а глубина потока  $h = 0,8$  м.
  - $b = 0$  м,  $m = 1,5$ ;  $h = 1,0$  м; русло прорыто в плотных лессовидных грунтах,  $2,1$  м<sup>3</sup>/с; наносы крупно песчаные;
  - $b = 0$  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.
- Определить среднюю скорость и расход потока в канале, если известны:
  - 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;
  - $i = 0,0036$ ;  $b = 2,0$  м;  $m = 0$ ;  $n = 0,014$ ;  $h_0 = 0,56$  м;
  - $i = 0,0049$ ;  $b = 0$  м;  $m = 1,25$ ;  $n = 0,0225$ ;  $h_0 = 0,82$  м.
- 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.
- 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.
- Построить кривую депрессии и определить фильтрационный расход на  $1$  пог.м однородной земляной пластины, расположенной на горизонтальном водоупоре, если  $l = 11$  м,  $h_{BB} = 10$  м,  $b = 8$  м,  $m_1 = 3$  м,  $m_2 = 2$  м,  $k = 0,0004$  см/с,  $h_{HB} = 2$  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.