

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

по выполнению практических работ

**ПМ.01 Разработка технологий и проектирование элементов систем  
водоснабжения и водоотведения**

**МДК 01. 01 Проектирование элементов систем водоснабжения и  
водоотведения**

**Тема 1.1 Гидротехнические сооружения**

**для специальности**

**08.02.04 Водоснабжение и водоотведение**

(Учебный план 2023)

Челябинск, 2023

## **АКТ СОГЛАСОВАНИЯ**

**на методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 1.2 «Гидротехнические сооружения» ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения», разработанные преподавателями ГБПОУ Южно-Уральского государственного технического колледжа Ахмадиевой В.А.**

**Хидиятуллиной А.А.**

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме «Гидротехнические сооружения» ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения», разработаны в соответствии с программой профессионального модуля, являющегося частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 08.02.04 (270813) Водоснабжение и водоотведение базовой подготовки в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВДП): Разработка технологий и проектирования элементов систем водоснабжения и водоотведения и соответствующих профессиональных компетенций (ПК).

Настоящие методические рекомендации по выполнению практических работ представляют собой практические задания и служат для закрепления у студентов знаний и умений формирования при определении метода очистки воды и основных параметров очистных сооружений природных вод.

В ходе выполнения студентами практических заданий осуществляется систематизация совершенствование знаний и умений, при решении комплексных задач, связанных со сферой профессиональной деятельности будущих специалистов.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме ««Гидротехнические сооружения»» ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения» соответствуют установленным требованиям и могут быть рекомендованы для использования в учебном процессе.

Генеральный директор  
Маркштетера»



директор

ООО

«Архитектурная  
А.А. Маркштетер

Мастерская

## Содержание

Пояснительная записка.....	5
Содержание отчёта и требования к его оформлению.....	6
Перечень практических работ.....	7
Практическая работа №1 «Определение минимальных и максимальных расходов воды в реке по заданным процентам обеспеченности».....	8
Практическая работа №2 «Определение объема водохранилища и построение кривых зависимости и площади водного зеркала и объема водохранилища от уровня воды в нем».....	14
Практическая работа №3 «Построить поперечный разрез тела земляной плотины» .....	18
Практическая работа №4 «Изучение работы действующего гидроузла».....	20
Литература.....	22

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по МДК01.01 Технология и оборудование элементов систем водоснабжения и водоотведения, тема 1.1 «Гидротехнические сооружения» предназначены для обучающихся по специальности 08.02.04 Водоснабжение и водоотведение.

Практические занятия являются важным элементом учебного процесса. В ходе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Программой ПМ.01 Разработка технологий и проектирования элементов систем водоснабжения и водоотведения предусмотрено выполнение 4 практических работ, направленных на **формирование**

<i>Шифр и наименование компетенций</i>	<i>Умения</i>	<i>Знания</i>	<i>Код ЛР</i>
<b>ОК 1 . Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.</b>	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; Анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; Правильно определить и найти информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; Составить план действия, Определить необходимые ресурсы; Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; Реализовать составленный план; Оценить результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).	Знать актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; Знать основные источники информации и ресурсов для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте. Знать актуальные стандарты выполнения работ в профессиональной и смежных областях; Знать актуальные методы работы в профессиональной и смежных сферах.	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17

<b>ОК 2.</b> <i>Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.</i>	Определять задачи поиска информации. Определять необходимые источники информации Планировать процесс поиска Структурировать получаемую информацию Выделять наиболее значимое в перечне информации Оценивать практическую значимость результатов поиска Оформлять результаты поиска	Номенклатуру информационных источников применяемых в профессиональной деятельности Приемы структурирования информации Формат оформления результатов поиска информации	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
<b>ОК 3.</b> <i>Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие</i>	Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности	Содержание актуальной нормативно-правовой документации Современная научная и профессиональная терминология Возможные траектории профессионального развития и самообразования	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
<b>ОК 4.</b> <i>Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами</i>	Организовывать работу коллектива и команды. Взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	Психология коллектива Психология личности Основы проектной деятельности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
<b>ОК 6</b> <i>Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.</i>	описывать значимость своей специальности;применять стандарты антикоррупционного поведения	сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по специальности	ЛР 1 ЛР 2

<b>ОК 7.</b> <i>Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях</i>	Соблюдать нормы экологической безопасности Определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии (специальности)	Правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности Основные ресурсы задействованные в профессиональной деятельности Пути обеспечения ресурсосбережения.	ЛР 10
<b>ОК9.</b> <i>Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.</i>	Применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач. Использовать современное программное обеспечение	Современные средства и устройства информатизации Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
<b>ОК 10.</b> <i>Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.</i>	Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы, строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности, кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые), писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы, основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика), лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности, особенности произношения, правила чтения текстов профессиональной направленности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17

**умений:**

- читать и выполнять чертежи элементов систем водоснабжения и водоотведения;
- работать с нормативными документами и каталогами, осуществлять поиск необходимого оборудования;

– выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения;

– пользоваться расчетными программами;

**знаний:**

– основы проектирования и конструирования;

– состав и порядок разработки проектной документации;

– строительные нормы и правила (СНиПы);

– передовые технологии и современное оборудование.

### **Содержание отчёта и требования к его оформлению**

1. Отчёт по практической работе выполняется в соответствии с требованиями действующих стандартов (ГОСТ).

2. Отчёт включает в себя разделы, отражающие все этапы выполнения работы.

2.1.Номер, название и цель работы.

Цель работы отражает основные задачи теоретического плана в данной работе.

2.2.Расчётное задание.

Каждый этап расчёта должен иметь свой подзаголовок, приводится расчётная схема (при необходимости), исходные данные, расчётные формулы, результаты расчётов в виде таблицы.

3. Графическая часть отчёта (схемы, таблицы, диаграммы, графики) выполняется карандашом с применением чертёжных инструментов.

4. Каждая отчетная работа должна быть аккуратно оформлена и вложена в папку с файлами. Отчет можно выполнять в рукописном варианте или с применением ПК. Первый файл в папке должен содержать титульный лист установленного образца (приложение А). Каждая отчетная работа подписывается преподавателем после её защиты и хранится в папке у студента до конца текущего семестра. В конце семестра студент обязан сдать папку со всеми, подписанными преподавателем, работами и получить зачет по практическим работам за семестр. Зачет по практическим работам за семестр ставится при наличии в папке всех отчетных работ, проведенных в группе.

### **Критерии оценивания:**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;

- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (не менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы);

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ работы	Наименование	Количество часов
1	«Определение минимальных и максимальных расходов воды в реке по заданным процентам обеспеченности»	2
2	«Определение объема водохранилища и построение кривых зависимости и площади водного зеркала и объема водохранилища от уровня воды в нем»	2
3	«Построение поперечного разреза тела земляной плотины»	2
4	«Изучение работы действующего гидроузла»	2
<b>Всего</b>		<b>8</b>

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

**Название практической работы:** Определение минимальных и максимальных расходов воды в реке по заданным процентам обеспеченности

**Цель работы:**

1. Научиться определять расходы воды в реке;
2. Научиться строить кривую обеспеченности.

**Знания (актуализация):**

- методику гидрологических расчетов;
- методику определения минимальных и максимальных расходов;

**умения:**

- выполнять гидрологические расчеты;
- определять максимальные и минимальные расходы;
- строить кривую обеспеченности.



### Теоретический материал:

Расходом воды называется объем воды (в кубических метрах), протекающей через площадь живого сечения в единицу времени (в 1 секунду):

$$Q = F \cdot V_{\text{ср}},$$

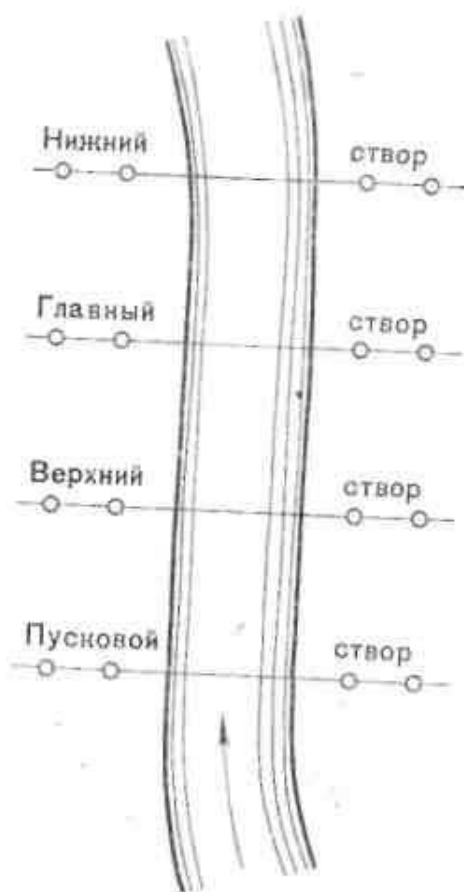
где  $Q$  - расход воды,

$F$  - площадь живого сечения;

$V_{\text{ср}}$  - средняя скорость течения.

Следовательно, для определения расхода воды нужно определить площадь живого сечения и среднюю скорость течения. Площадью живого сечения называется площадь поперечного сечения потока, ограниченная внизу руслом, а сверху поверхностью воды и расположенная перпендикулярно к направлению течения.

Для изучения расхода воды необходимо на реке выбрать определенный участок для гидрометрического створа. Створом вообще называется прямая линия, проведенная поперек реки, а створ, на котором определяют измерения расхода, называется гидрометрическим створом.



## Рисунок 1 - Расположение створов

При выборе места для измерения воды надо учитывать следующие условия:

- 1) русло реки на протяжении не менее четырехкратной ширины реки должно быть однообразным, прямолинейным;
- 2) не должно быть никаких искусственных сооружений, влияющих на уровень воды и скорость течения;
- 3) выбранный участок должен быть характерным для исследуемой реки.

Определение площади живого сечения заключается в том, что вдоль живого сечения определяют расстояния, а между промерными точками, а затем измеряют глубину:  $h_1, h_2 \dots h_n$ , называемые промерными вертикалями.

Расстояния между промерными точками устанавливаются в зависимости от ширины реки. При ширине реки до 100 м расстояния берут от 2 до 2,5 м. Вообще расстояния между промерными точками колеблются от 1/20 до 1/50 ширины реки.

Точка, от которой определяют положение промерных вертикалей, называется постоянным началом створа. Располагать промерные вертикали лучше на расстояниях, которые указаны в нижеприведенной таблице.

Таблица 1- Промерные вертикали

Ширина реки в межень (м)	Расстояния (м) между промерными точками при рельефе дна	
	Сложном	простом
Менее 50	1-2	2-4
50-100	2-5	4-10
100-300	5-10	10-25
300-600	10-25	25-50
600 и более	Более 25	Более 50

Приведем пример. Допустим, нам надо определить площадь живого сечения какой-то реки. На главном створе протянули с одного берега на другой линь, на котором через каждые 2 м, т. е. в промерных точках, были привязаны красные ленточки. В каждой промерной точке измеряли глубину; получились следующие результаты:

Таблица 2- Результаты измерения

Расстояние от постоянного начала	Глубина
1,4 м	0,15 м
3,4 м	0,40 м
5,4 м	0,55 м
7,4 м	0,77 м
9,5 м	0,85 м

11,4 м	0,66 м
13,4 м	0,27 м
14,2 м	0 м

Вычертим по этим данным профиль, вертикальными линиями разобьем его на части и получим, что у нас площадь живого сечения будет состоять из двух треугольников и шести трапеций. Для определения площади живого сечения нужно вычислить площадь всех этих треугольников и трапеций и потом суммировать все вычисленные площади. Если через  $a_1$  обозначим расстояние от постоянного начала до первой промерной точки, через  $a_2$  - расстояние от первой промерной точки, или промерной вертикали, до второй и т. д., через  $h_1$  - первую промерную вертикаль (первую глубину),  $h_2$  - вторую и т. д., то в нашем примере:  $a_1 = 1,4$  м;  $a_2 = 3,4 - 1,4 = 2,0$  м;  $a_3 = 5,4 - 3,4 = 2,0$  м;  $a_4 = 7,4 - 5,4 = 2,0$  м;  $a_5 = 9,4 - 7,4 = 2,0$  м;  $a_6 = 11,4 - 9,4 = 2,0$  м;  $a_7 = 13,4 - 11,4 = 2,0$  м;  $a_8 = 14,2 - 13,4 = 0,8$  м;  $h_1 = 0,15$  м;  $h_2 = 0,40$  м;  $h_3 = 0,55$  м;  $h_4 = 0,77$  м;  $h_5 = 0,85$  м;  $h_6 = 0,66$  м;  $h_7 = 0,27$  м.

Обозначим площадь первой фигуры - треугольника - через  $S_1$ , площадь второй фигуры - трапеции - через  $S_2$ , третьей -  $S_3$  и т. д. Вычислим площади этих фигур:

$$S_1 = \frac{a_1 \cdot h_1}{2} = \frac{0.15 \cdot 1.40}{2} = 0.10 \text{ м}^2$$

$$S_2 = \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot a_2 = \frac{0.15 + 0.40}{2} \cdot 2 = 0.55 \text{ м}^2$$

$$S_3 = \frac{h_2 + h_3}{2} \cdot a_3 = \frac{0.40 + 0.55}{2} \cdot 2 = 0.95 \text{ м}^2$$

$$S_4 = \frac{h_3 + h_4}{2} \cdot a_4 = \frac{0.55 + 0.77}{2} \cdot 2 = 1.32 \text{ м}^2$$

$$S_5 = \frac{h_4 + h_5}{2} \cdot a_5 = \frac{0.77 + 0.85}{2} \cdot 2 = 1.62 \text{ м}^2$$

$$S_6 = \frac{h_5 + h_6}{2} \cdot a_6 = \frac{0.85 + 0.66}{2} \cdot 2 = 1.51 \text{ м}^2$$

$$S_7 = \frac{h_6 + h_7}{2} \cdot a_7 = \frac{0.66 + 0.27}{2} \cdot 2 = 0.93 \text{ м}^2$$

$$S_8 = \frac{h_7 + a_8}{2} = \frac{0.27 + 0.80}{2} = 0.10 \text{ м}^2$$

Площадь живого сечения  $F$  будет равна:

$$F = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 = 0,10 + 0,55 + 0,95 + 1,32 + 1,62 + 1,51 + 0,93 + 0,10 = 7,08 \text{ м}^2.$$

Для большей точности вычисления расхода воды в реке можно определить так называемую расчетную площадь сечения реки, которая будет представлять среднюю величину площадей живого сечения, вычисленных в створах верхнем, главном и нижнем, тогда по нижеприведенной формуле определяем расчетную площадь:

$$F = F_{\text{верхн}} + 2F_{\text{главн}} + F_{\text{нижн}} / 4,$$

где  $F_{\text{верхн}}$  - площадь живого сечения верхнего створа,

$F_{\text{главн}}$  - площадь живого сечения главного створа;

$F_{\text{нижн}}$  - площадь живого сечения нижнего створа.

Для определения расхода воды в реке нужно еще определить среднюю скорость течения реки. Это можно сделать различными способами:

- 1) поверхностными поплавками;
- 2) по максимальной скорости;
- 3) при помощи гидрометрических шестов или вех;
- 4) при помощи глубинных поплавков;
- 5) гидрометрическими вертушками.

**Ход работы:**

1. Вычертить профиль глубин реки;
2. Определить площадь живого сечения фигур;
3. Определить расход воды в реке

**Таблица 3 - Исходные данные:**

Номер варианта	Расстояние от постоянного начала	Глубина	Скорость течения реки, м/с
1	1,6 м	0,16 м	3,2
	3,6м	0,46 м	
	5,6 м	0,56 м	
	7,6 м	0,76 м	
	9,6 м	0,86 м	
	11,6 м	0,66 м	
	13,6 м	0,26 м	
	14,6 м	0 м	
2	1,7 м	0,2 м	3,3
	3,7м	0,45 м	
	5,7м	0,58 м	
	7,7м	0,78 м	
	9,7 м	0,88 м	
	11,7 м	0,67 м	
	13,7 м	0,28 м	
	14,7 м	0 м	
3	1,9 м	0,21 м	3,4
	3,9м	0,44 м	
	5,9 м	0,51 м	
	7,9 м	0,71 м	
	9,9 м	0,89 м	
	11,9 м	0,69 м	
	13,9 м	0,29 м	

	14,9 м	0 м	
4	1,9 м	0,13 м	4,0
	3,9м	0,43 м	
	5,3м	0,53 м	
	7,3м	0,73 м	
	9,5 м	0,83 м	
	11,3 м	0,63 м	
	13,3 м	0,23 м	
	14,3 м	0 м	
5	2,4 м	0,25 м	4,2
	4,3м	0,46 м	
	5,2 м	0,56 м	
	7,2 м	0,78 м	
	9,2 м	0,88 м	
	11,2 м	0,64 м	
	13,2 м	0,29 м	
	14,2 м	0 м	
6	1,5 м	0,12 м	2,5
	3,5м	0,41 м	
	5,5 м	0,51 м	
	7,5 м	0,71 м	
	9,6 м	0,81 м	
	11,5 м	0,61 м	
	13,5 м	0,21 м	
	14,5 м	0 м	

### **Контрольные вопросы:**

1. От чего зависит расход потока в реке?
2. От чего зависит расход на фильтрацию?
3. Что такое флютбет?

### **Литература:**

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

**Название практической работы:** Определение объема водохранилища и построение кривых зависимости и площади водного зеркала и объема водохранилища от уровня воды в нем

**Цель работы:**

1. Научиться определять объем водохранилища.
2. Научиться строить кривую зависимости площади водного зеркала и объема водохранилища от уровня воды в нем.

**Знания (актуализация):**

- классификацию водохранилищ;
- характерные уровни и объемы;

**умения:**

- определять объем водохранилища;
- строить кривую зависимостей

**Теоретический материал:**

Характеристика водохранилища определяется графически кривыми зависимости площади зеркала ( $S$ ) и объема воды ( $W$ ) от уровня подпора ( $H$ ), т. е.  $S=f(H)$  и  $W=f(H)$ .

Площади зеркала устанавливаются путем планиметрирования горизонталей, характеризующих на картах рельеф местности. В этом случае берутся карты масштаба от 1 : 5000 до 1 : 50 000 с сечением горизонталей через 1,0-5,0 м.

Объем водохранилища подсчитывается путем последовательного суммирования отдельных слоев, заключенных между двумя смежными горизонталями, идя от более низких к более высоким слоям.

Объем слоя воды

$$DW(1-2) = DH(1-2)S_{cp}(1-2),$$

где  $H(1-2)$  - высота слоя между отметками подпора  $z_1$  и  $z_2$ ;

$$S_{cp} = (S_1 - S_2)/2,$$

где  $S_1$  и  $S_2$  - площади зеркала водохранилища на двух смежных уровнях подпора  $H_1$  и  $H_2$ .

Необходимый объем водохранилища определяется путем сопоставления данных по притоку воды с ее потреблением.

Значения расходов притока воды  $Q$  определяется по формуле

$$Q_p = (P_{сут} \cdot K)/86400, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $P_{сут}$  - условное суточное потребление воды без учета его неравномерности,  $\text{м}^3/\text{с}$ ,

86400- число секунд в сутках,

$$Q_p = a_i \cdot Q_{cp},$$

где  $Q_{\text{ср}}$ -расход воды.

Для каждого месяца суммарный приток  $S$  и ее потребление  $\Pi$  в млн.  $\text{м}^3$ .  
используя выражения:

$$\Pi_i = (Q_{\text{п}} \cdot 86400 \cdot n_i) / 106 = (Q_{\text{р}} \cdot 86400 \cdot n_i) / 106,$$

где  $n_i$  - число дней в месяце.

Полезный объем водохранилища будет равен сумме недостатков воды:

$$W_{\text{плз. нетто}} = 7.484 \text{ млн. } \text{м}^3.$$

Полезный объем  $W_{\text{плз. нетто}}$  водохранилища уточняем, имея потерю воды из водохранилища на испарение, фильтрацию и льдообразование. Для этого предварительно определяем полный объем водохранилища  $W_{\text{ср}}$  в каждом месяце и площадь  $S_{\text{ср}}$ .

Так, полный объем водохранилища

$$W = W_{\text{плз. нетто}} + W_{\text{мо}},$$

где  $W_{\text{мо}}$  - мертвый объем водохранилища.

В связи с тем, что данные о мутности воды в задании отсутствуют, мертвый объем вычисляем ориентировочно

$$W_{\text{мо}} = 0.1 \cdot W_{\text{плз}}, \text{м}^3$$

Средние за месяц объемы водохранилища  $W_{\text{ср}}$ , с которым с помощью топографических характеристик находится площадь зеркала  $S$ .

Потери на испарение за каждый месяц определяются по формуле

$$W_{\text{и}} = h_{\text{и}} \cdot S,$$

где  $h_{\text{и}}$  - слой испарения.

Потери на фильтрацию  $W_{\text{ф}}$  в каждом месяце находим по формуле

$$W_{\text{ф}} = S_i \cdot k_{\text{ф}} \cdot n_i,$$

где  $k_{\text{ф}} = 0.003 \text{ м/сут}$ ,

$n_i$  - число дней в месяце.

Потери на льдообразование

$$W_{\text{л}} = 0.9 \cdot k_{\text{л}} \cdot h_{\text{л}} \cdot (S_{\text{н}} - S_{\text{к}}),$$

где 0.9 - относительный вес льда;

$k_{\text{л}}$  - коэффициент постепенного нарастания толщины ледяного покрова, равный примерно 0,65;

$h_{\text{л}}$  - среднемноголетняя толщина льда к концу ледостава;

$S_{\text{н}}$  и  $S_{\text{к}}$  - площадь зеркала водохранилища в начале и конце ледостава.

Полный объем водохранилища составит

$$W_{\text{полн}} = W_{\text{мо}} + W_{\text{фр}} + W_{\text{фр}}, \text{м}^3$$

Основными характеристиками водохранилищ являются:

- нормальный подпорный уровень НПУ, м;
- уровень мёртвого объема УМО, м;
- катастрофический подпорный уровень КПУ, м;



- полный объем водохранилища  $W$ , млн. м<sup>3</sup> или км<sup>3</sup>;
- полезный объем водохранилища  $W_{плз}$ , млн. м<sup>3</sup> или км<sup>3</sup>;
- мертвый объем водохранилища  $W_{мо}$ , млн. м<sup>3</sup> или км<sup>3</sup>;
- объем форсировки водохранилища  $W_{фс}$ , млн. м<sup>3</sup> или км<sup>3</sup>;
- коэффициент емкости водохранилища  $v = W_{плз}/W_o$ ,

где  $W_o$  - средний многолетний сток.

НПУ - уровень воды, до которого водохранилище заполняется в нормальных условиях.

Полный объем водохранилища  $W$  - объем, заключенный между дном чаши водохранилища и зеркалом воды на отметке НПУ. Полный объем  $W$  не целиком используется для регулирования стока. Нижняя часть водохранилища, предназначенная для поддержания минимальных уровней воды и осаждения в ней наносов, называется мертвым объемом  $W_{мо}$  и в работе не подлежит.

Объем водохранилища, заключенный между поверхностями воды на отметках НПУ и УМО, называется полезным объемом -  $W_{плз}$ . В периоды многоводья он заполняется, а в периоды маловодья опорожняется. Объем, заключенный между поверхностями воды на отметках НПУ и КПУ, называется объемом форсировки. КПУ - катастрофически подпёртый уровень в период пропуска через гидроузел исключительно многоводных половодий или паводков. Объем, форсировки  $W_{фс}$  служит для уменьшения величины сбросных расходов через гидроузел.

Образование водохранилища вызывает изменения в режиме водотока. В верхнем бьефе эти изменения в основном сводятся к следующему:

повышаются уровни воды и увеличиваются глубины, что связано с затоплением территории в пределах чаши водохранилища;

уменьшаются скорости течения, в результате чего происходит выпадение значительной части осадков;

увеличивается водное зеркало, в связи с чем происходит увеличение испарения, что ведет к повышению солености воды в водохранилище.

В нижнем бьефе происходят такие изменения: уменьшаются половодные и паводковые расходы и увеличиваются меженные; и происходит размыв русла ниже гидроузла. Кроме указанных изменений в водотоке в верхнем бьефе происходят следующие: затопление территории в пределах чаши водохранилища; подтопление прилегающих к водохранилищу земель и обрушение берегов водохранилища под воздействием волн.

Кроме постоянного затопления земель, занятых водохранилищем в пределах НПУ, хозяйственное использование которых невозможно, наблюдаются временные затопления территории выше НПУ во время катастрофических половодий и паводков, от нагона воды ветром на берега и от подъема уровней воды при заторах и зажорах. Хозяйственное использование временно затопляемых земель возможно. При подтоплении происходит подъем грунтовых вод, что резко ухудшает условия хозяйственного использования земель и требует осушительных мероприятий.

**Ход работы:**

1. Определить площадь зеркала водохранилища;
2. Определить объем слоя воды;
3. Определить расход притоков воды;
4. Определить потери воды из водохранилища
5. Определить полезный объем водохранилища

**Исходные данные:**

Генплан водохранилища.

**Контрольные вопросы:**

1. От чего зависит фильтрация?
2. Как устранить фильтрацию под телом плотины.
3. От чего зависит расход стока?
4. От чего зависят потери воды из водохранилища?
5. Назовите все составляющие полезного объема водохранилища?

**Литература:**

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

**Название практической работы:** Построить поперечный разрез тела земляной плотины

**Цель работы:**

1. Научиться строить поперечный разрез тела земляной плотины.

**Знания (актуализация):**

- типы земляных плотин;
- устройство флютбета;
- основные части флютбета.

**умения:**

- строить поперечный разрез тела плотины.

**Теоретический материал:**

Земляные плотины можно строить практически на любых основаниях, кроме сильно разжиженных илистых грунтов или глубоких торфяников, или пород, характеризующихся крайней неравномерностью механических свойств. Это обстоятельство является одним из крупнейших преимуществ земляных плотин. Со скальным основанием водонепроницаемая часть плотины сопрягается зубом или бетонной шпонкой, под которыми в трещиноватой породе устраивается цементационная или иная завеса.

Определение высоты плотины

Отметка гребня плотины назначается на основе расчета необходимого возвышения его над уровнем воды в верхнем бьефе. При этом рассматриваются два случая стояния уровня воды в верхнем бьефе:

1. Нормальный подпорный уровень (НПУ).
2. Форсированный подпорный уровень (ФПУ).

Высоту плотины в обоих случаях назначают с превышением  $d$  над расчетным уровнем воды в водохранилище, гарантирующем отсутствие перелива воды через гребень.

$$H = h_b + d, \text{ м}$$

где  $h_b$  - расчетная глубина воды в верхнем бьефе,

$$h_b = \text{НПУ} - \text{ОСН}, \text{ м}$$

$d$  - превышение над расчетным уровнем воды в водохранилище, гарантирующее отсутствие перелива воды через гребень плотины

$$d = h + h_n + a, \text{ м}$$

где  $h$  - высота ветрового нагона воды;

$h_n$  - высота наката волн на откос плотины;

$a$  - конструктивный запас, равен 0,5 м;

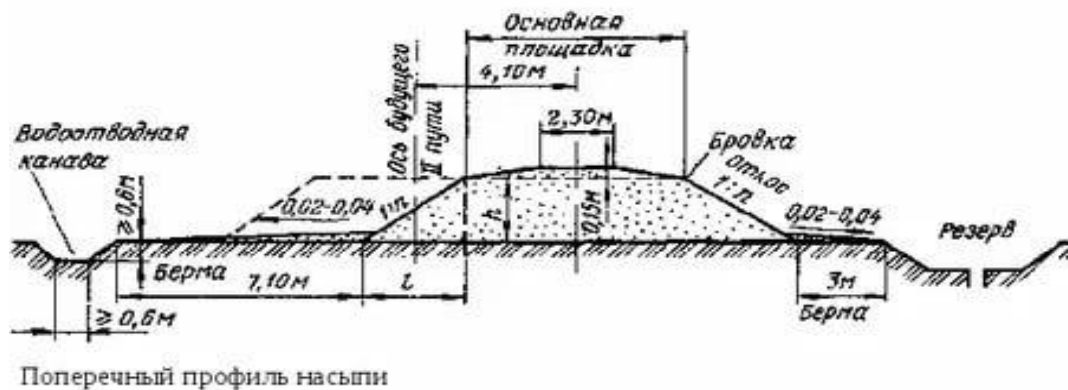


Рисунок 2 - поперечный разрез плотины

### Ход работы:

1. Выбрать тип основания плотины.
2. Выбрать материал плотины.
3. Определить размеры плотины.
4. Вычертить плотину по размерам.
5. Построить ее поперечный разрез.

### Исходные данные:

Используя нормативно-справочную литературу, выбрать плотину, определить ее размеры и построить поперечный разрез.

### Контрольные вопросы:

1. От чего зависят размеры плотины?
2. В зависимости от чего определяют тип основания?
3. От чего зависит высота плотины?
4. Назовите способы возведения земляных плотин.
5. Назовите типы земляных плотин.

### Литература:

1. Нестеров М.В. «Гидротехнические сооружения» - Минск: Новое знание, 2012г.
2. СНиП 2.06.05 – 84\* «Плотины из грунтовых материалов»
3. СНиП 2.06.06 – 85 «Плотины бетонные и железобетонные»
4. СНиП 2.06.08 – 87 «Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений».

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

**Название практической работы:** Изучение работы действующего гидроузла

**Цель работы:**

1. Научиться работать с действующим гидроузлом.

**Знания (актуализация):**

- назначения затворов
- классификацию затворов

**умения:**

- работать с гидроузлом.

**Теоретический материал:**

Воду можно пропускать или из-под щита в подъемных затворах, или поверх щита в опускных затворах, или одновременно поверх щита и под ним в сдвоенных затворах.

Для пропуска льда, шуги и других плавающих тел с минимальной потерей воды наиболее приспособлены опускные, сдвоенные и клапанные затворы. При остальных типах затворов требуется полное открытие отверстия, что сопряжено с большой потерей воды.

Для пропуска донных наносов применяют подъемные затворы, а для промывки отложившихся наносов наиболее целесообразны сегментные и вальцовые затворы, которые при подъеме отходят от накопившихся перед ними наносов.

Типы затворов и их классификация. Разнообразие гидротехнических сооружений, оборудованных затворами, и предъявляемых к последним требований, обусловило появление многочисленных конструкций затворов.

Затворы принято классифицировать по следующим основным признакам: по видам водопропускных отверстий; по условиям работы в сооружении; по способам передачи давления на сооружение; по роду материала, из которого изготовлены затворы.

По видам водопропускных отверстий затворы делятся на поверхностные для перекрытия водосливных отверстий и глубинные, служащие для перекрытия донных отверстий (водоспусков, водозаборов и др.).

По условиям работы затворы подразделяют на:

- а) основные (рабочие), постоянно используемые при эксплуатации сооружения;
- б) ремонтные - для временного закрытия отверстия при ремонте основных затворов или элементов сооружений, опускаемые обычно в стоячую воду;

в) аварийные, применяемые в случае аварии основного затвора и опускаемые в текущую воду; г) строительные - для перекрытия отверстий лишь в период строительства сооружений.

По способам передачи давления на сооружение поверхностные затворы подразделяют на три основные группы:

- 1) передающие давление на быки и устои;
- 2) передающие давление на порог сооружения;
- 3) передающие давление на порог и на быки (устои) сооружения.

К первой группе относятся:

- 1) шандоры (балочные заграждения) и плоские затворы, движение поступательное;
- 2) сегментные затворы, движение вращательное;
- 3) вальцовые затворы, перекачиваемые.

Во вторую группу входят следующие затворы:

- 1) секторные, вращающиеся вокруг горизонтальной оси, закрепленной на пороге;
- 2) крышевидные, состоящие из двух щитовых полотнищ, вращающихся на горизонтальных осях;
- 3) с поворотными фермами, на которые опираются щитки или спицы, и с поворотными рамами.

Третья группа включает:

- 1) клапанные затворы, вращающиеся вокруг горизонтальной оси, закрепленной на пороге;
- 2) плавучий затвор, в котором несущей и передающей конструкцией служат цилиндрические оболочки, обращенные выпуклостью в противоположные стороны и имеющие общую распорку-затяжку.

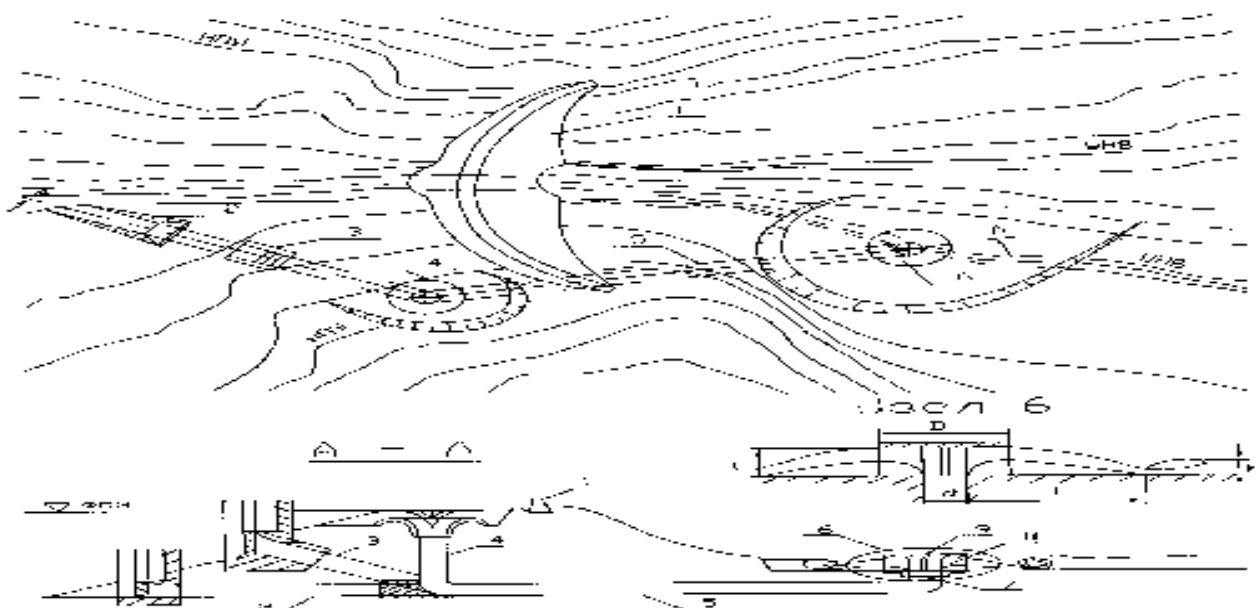


Рисунок 3 - Схема гидроузла с напорным водосбросом с вертикальным выходом потока

1 – плотина; 2 – строительный туннель; 3,4 – варианты эксплуатационного водосброса; 5 – транзитная часть; 6 – концевой участок; 7 – вертикальный водовод; 8 – бычок; 9 – диск-отражатель

**Ход работы:**

1. Оформить отчет
2. Зарисовать схему гидроузла
3. Описать принцип работы
4. Записать классификацию затворов

**Исходные данные:**

Экскурсия на действующий гидроузел.

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислите классификацию затворов.
2. Перечислите виды затворов.
3. Перечислите типы глубинных затворов.

**Литература:**

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

**Список литературы**

**Основная:**

1. Нестеров М.В. «Гидротехнические сооружения» - Минск: Новое знание, 2012г.

**Дополнительная:**

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения.
3. СНиП 2.07.01-89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
4. СНиП 3.01.01-85\*. Организация строительного производства.
5. СНиП 3.01.03-84. Геодезические работы в строительстве.
6. СНиП Ш-4-80\*. Техника безопасности в строительстве.
7. СП 33.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий.
8. СНиП 2.06.05 – 84\* «Плотины из грунтовых материалов»
9. СНиП 2.06.06 – 85 «Плотины бетонные и железобетонные»
10. СНиП 2.06.08 – 87 «Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений».