

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

до практичних робіт з дисципліни  
«ІНЖЕНЕРНА ГІДРОМЕТРІЯ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ»

Одеса – 2011

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних робіт  
з дисципліни  
«Інженерна гідрометрія та техніка безпеки»

для студентів IV курсу гідрометеорологічного інституту  
Напря́м: гідрометеорологія  
Спеці́альність: гідрологія та гідрохімія  
Спеці́алізація: інженерна гідрологія

«Затверджено»  
на засіданні методичної комісії  
гідрометеорологічного інституту  
Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ \_\_\_\_\_ 2011 р.

Одеса – 2011

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
1 ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЗНАЧОК РІВНІВ ВИСОКИХ ВОД (РВВ).....	6
1.1 Загальні положення .....	6
1.2 Комплекс польових робіт і камеральної частини .....	8
1.3 Практична частина.....	9
1.3.1.Склад завдання.....	9
1.3.2 Початкова інформація.....	9
1.3.3 Порядок виконання роботи.....	9
1.4 Контрольні питання .....	12
1.5 Реалізація практичної роботи 1 .....	13
2 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ ТИПОВОГО ЛОТКА ВЕНТУРИ І РОЗРАХУНКИ ВИТРАТ ВОДИ.....	19
2.1 Загальні відомості про гідрологічні витратоміри .....	19
2.2 Лотки Вентурі .....	21
2.2.1 Елементи конструкції лотка з бічним стисненням .....	22
2.2.2 Розміри лотка Вентурі .....	23
2.2.3 Гідравлічне визначення витрати води в лотках.....	24
Вентурі з бічним стисненням.....	24
2.3 Контрольні питання .....	24
2.4 Практична частина.....	25
2.4.1 Склад завдання .....	25
2.4.2 Вихідні дані .....	25
2.4.3 Основні розміри типового лотка Вентурі .....	26
з бічним стисненням.....	26
2.4.4 Пояснення до виконання практичної роботи .....	26
2.5 Реалізація практичної роботи 2.....	26
2.6 Вихідні дані до практичної роботи.....	29
3 ВИВЧЕННЯ ТА ГРАДУЮВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ВОДОМІРНИХ ПОСТІВ .....	29
3.1 Загальна характеристика дистанційних водомірних постів .....	29
3.2 Короткий опис дистанційного вимірювача рівня води .....	30
(ДВРВ).....	30
3.3 Порядок встановлення водомірного поста.....	32
3.3.1 Порядок збирання і налагодження вимірювального блоку .....	32
3.3.2 Прилади і обладнання, що комплектують .....	33
дистанційний водомірний пост.....	33
3.4 Градуювання дистанційного вимірювача рівня води .....	34
3.5 Контрольні питання .....	38
3.6 Реалізація практичної роботи 3 .....	38
3.6.1 Склад завдання .....	38

3.6.2	Рекомендації по виконанню завдання.....	39
4	ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ГІДРОМЕТРИЧНИХ РОБІТ .....	40
4.1	Розрахунки характеристик іздового тросу, який .....	40
	використовують при гідрометричних роботах з човна .....	40
4.1.1	Основні показники і їх визначення.....	40
4.1.2	Контрольні питання .....	41
4.2	Реалізація практичної роботи 4 .....	41
4.2.1	Склад завдання .....	42
4.2.2	Вихідні дані і приклад визначення розрахункових .....	42
	показників практичної роботи .....	42
	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	44
	ДОДАТОК А .....	45
	ДОДАТОК Б.....	65

## ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Інженерна гідрометрія та техніка безпеки» належить до вибіркових навчальних дисциплін ОКР «бакалавр» для напряму «Гідрометеорологія», шифр 6.040105, за спеціальністю «Гідрологія та гідрохімія», (спеціалізація – «Інженерна гідрологія»).

В даному збірнику розглядаються питання організації, проведення польових робіт та розрахунків максимальних витрат води за допомогою позначок рівня високих вод, що дає можливість отримати додаткову інформацію про максимальний стік на малих річках, особливо в умовах її дефіциту.

Можливість досить точного і безперервного визначення стоку на малих річках дають гідрометричні витратоміри, на яких встановлені гідравлічні залежності витрати води від одного або декілька показників. В даному випадку розглядається гідрометричний лоток Вентурі, його будова, визначення розмірів та розрахунки витрат води.

Питання градування одного з приладів, який фіксує рівні води на посту, розглядається у наступній практичній роботі.

Безпечність роботи на тросовій переправі пов'язана перш за все з обґрунтованим підбором тросу, чому присвячено останнє завдання збірника.

Методичні вказівки до кожної практичної роботи містять теоретичну частину, склад завдання та послідовність його вирішення на конкретному прикладі.

Завдання видаються кожному студенту індивідуально. Варіанти завдання подані в окремому розділі або в Додатку. В пояснювальній записці до кожної роботи потрібно перш за все відповісти на контрольні питання, а потім додати розрахункову частину з відповідними поясненнями.

Кожна практична робота оформлюється у письмовому вигляді і оцінюється викладачем як за змістом, так і за результатами співбесіди по окремій темі. Оцінюється результат у 5-бальній системі.

# 1 ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЗНАЧОК РІВНІВ ВИСОКИХ ВОД (РВВ)

## 1.1 Загальні положення

Важливість до цього питання пов'язана з проблемою інформаційної обмеженості відомостей про максимальний стік на невивченій в гідрологічному відношенні гідрографічній мережі України.

Визначення максимальних витрат води з допомогою позначок РВВ виконується зазвичай після проходження особливо визначних паводків і водопіль не тільки в обладнаних гідростворах, але і на невивчених річках й тимчасових водотоках, де відсутні гідрологічні пости або будь-які гідрометричні пристрої [1].

Основним визначуваним чинником є рівень води, який відповідає максимальній витраті. Для його знаходження використовуються позначки рівня води, що залишилися на берегах і прибережних спорудах. Такими позначками можуть бути: відклади мулу на берегах, заплаві, на корі дерев, на стінах споруд; сліди підмиву берега; лінії відкладання дрібного плаваючого сміття деревного походження.

Як мітки неприйнятні пучки соломи або трави, залишені на прируслових деревах і чагарнику. При проходженні паводка під натиском потоку рослинність, що затоплюється водою, пригинається, а після зниження рівнів (натиску) випрямляється і піднімає трав'янистий або солом'яний матеріал, що зачепився на її гілках.

Ділянка для визначення витрат води за допомогою позначок РВВ повинна відповідати основним вимогам до ділянки стаціонарних гідрологічних спостережень (рівномірний і прямолінійний рух, безнапірний режим та ін.).

Сутність цього способу визначення витрати води полягає в реалізації методу «швидкість-площа» за формулою

$$Q = V\omega, \quad (1.1)$$

де  $V$  – швидкість течії потоку;

$\omega$  – площа живого перерізу потоку.

Компоненти цієї залежності визначаються розрахунковим шляхом за даними РВВ, встановленими за його позначками.

Середня швидкість течії води визначається за формулою Шезі

$$V = C\sqrt{RI}, \quad (1.2)$$

де  $C$  – коефіцієнт Шезі;

$R$  – гідравлічний радіус;

$I$  – нахил водної поверхні, безрозмірна величина.

Для визначення середньої швидкості течії необхідно виконати польові виміри нахилу водної поверхні при максимальному рівні (по позначках РВВ). Середня глибина в цій розрахунковій схемі з невеликою похибкою змінює при вказаних вище умовах гідравлічний радіус. Її визначають аналітичним розрахунком за даними поперечних профілів.

Коефіцієнт Шезі визначається за Манінгом, використовуючи таку залежність

$$C = h^{1/6} / n, \quad (1.3)$$

де  $h$  – середня глибина, м;

$n$  – коефіцієнт шорсткості.

Застосування цього способу розрахунку до природних водотоків в більшості випадків має наближений характер.

Більш близький до рівномірного рух води спостерігається на прямолінійних ділянках з правильною формою поперечного перерізу русла, не зарослих водною рослинністю. Найчастіше це досягається при русі води в головному руслі.

На заплаві за наявності проток, чагарникової і деревної рослинності умови протікання води різко змінюються, і при суворому підході до застосування формули Шезі стає практично неприйнятним її використання для розрахунків середньої швидкості потоку.

При рівній поверхні заплави, відсутності рослинності і паралельності осі заплави і головного русла можна зробити припущення про єдність рівномірного руху в руслі і на заплаві. Це дозволяє в методичному плані проводити розрахунки за формулою Шезі.

Ділянка для визначення витрат води по позначках РВВ повинна бути типовою для даної річки. На такій ділянці призначаються три поперечники, де виконуються заміри глибин і нівелювання по характерних (переламних) точках до висот, що перевищують позначки РВВ. Уклон водної поверхні визначається по робочому рівню та позначках РВВ.

Для визначення коефіцієнта шорсткості виконується докладне обстеження та опис ділянки річки, привертаючи увагу до особливостей ґрунту русла, нерівностей дна та берегів, рослинності, засміченості русла та інших особливостей.

На ділянках з заплавами умови течії води оцінюються таким же чином.

## 1.2 Комплекс польових робіт і камеральної частини

### А. Польові роботи

Метод визначення максимальної витрати води за допомогою позначок РВВ базується на польових матеріалах, які збирають гідрологи після проходження визначних паводків або водопіль.

Польові роботи включають до свого складу [2,4];

- рекогносцирувальні обстеження з метою вибору репрезентативної ділянки річки;
- встановлення позначок РВВ;
- визначення трьох поперечників (нижнього, середнього, верхнього);
- нівелювання поздовжнього уклону водної поверхні на ділянці по позначках РВВ і по урізних точках робочого рівня;
- нівелювання поперечних профілів по поперечниках вище від урізних точок до позначок, що перевищують РВВ на 0,5-1,0 м;
- встановлення за натурними спостереженнями значення коефіцієнта шорсткості згідно з рекомендаціями табл. А.1 [1];
- складання схематичного плану ділянки річки.

Вимірювання глибин, нівелювання поздовжнього нахилу і поперечників слід виконувати відповідно до рекомендацій по виконанню геодезичних і гідрометричних робіт [4].

### Б. Графічна обробка матеріалів.

- будується поздовжній профіль ділянки річки за даними позначок робочого рівня і позначок РВВ [3,8];
- будуються три поперечні профілі до позначок, що перевищують РВВ [3,8].

### В. Обчислювальна обробка.

- визначаються уклони водної поверхні при РВВ і робочому рівні;
- визначаються площі поперечників при РВВ;
- визначається ширина водної поверхні потоку на поперечниках;
- обчислюються середні глибини на поперечниках;
- обчислюються середні для ділянки значення площі поперечного перерізу і глибини;
- обчислюється поздовжній нахил водної поверхні на ділянці;
- виконується корекція коефіцієнтів шорсткості з урахуванням параметрів форми русла тимчасових водотоків і балок;
- виконується корекція коефіцієнта шорсткості за рахунок впливу меандрування русла;
- корекція площі поперечного перерізу русла з урахуванням висоти найвищих хвиль;
- розрахунок максимальної витрати води.



## 1.3 Практична частина

### 1.3.1.Склад завдання

1. Вивчити теоретичну частину практичної роботи і дати відповіді на контрольні питання.
2. Згідно п. 1.2 Б виконати графічну обробку даних (побудувати поздовжній і три поперечних профілі).
3. Згідно п. 1.2 В виконати обчислювальну обробку даних.
4. Зробити аналіз отриманих результатів і оцінити можливе завищення максимальної витрати води за рахунок великих хвиль.

### 1.3.2 Початкова інформація

1. Опис ділянки річки;
2. Схема ділянки річки;
3. Дані вимірів глибин та нівелювання поперечників;
4. Дані нівелювання нахилу водної поверхні.

### 1.3.3 Порядок виконання роботи

Для надійного визначення морфометричних характеристик обраної ділянки викреслюються три поперечні профілі за даними вимірів глибин та нівелювання. Морфометричні характеристики (площа, ширина, середня глибина) визначаються для кожного створу, після чого визначаються осередненні значення цих характеристик для всієї ділянки (табл. 1.1).

Зміни нахилу водної поверхні при проходженні паводків на різних річках мають свої особливості, тому для надійного визначення нахилу доцільно виконати побудову профілю водної поверхні при робочому рівні та при РВВ. Лінія нахилу проводиться осередненою по точках нівелювання окремо для робочого рівня та РВВ. Значення нахилів заносяться у табл. 1.2.

Коефіцієнт шорсткості визначається за табл. А.1 і згідно рекомендацій чинних методичних вказівок в нього вносяться необхідні корективи. В кінцевому вигляді його значення заноситься у табл. 1.2 і використовується у подальших розрахунках.

Таблиця 1.1 – Елементи поперечних профілів при максимальному рівні (річка – пункт, дата  $Q_{\max}$ )

Створ	Морфологічні елементи поперечного профілю	Площа живого перерізу $\omega$ , м <sup>2</sup>	Ширина потоку $B$ , м	Середня глибина $h_{\text{сер}}$ , м
Верхній	Русло заплава			
Середній	Русло заплава			
Нижній	Русло заплава			

Таблиця 1.2 – Розрахунок максимальних витрат води з використанням формули Шезі (річка – пункт, дата  $Q_{\max}$ )

Площа водозбору $F$ , км <sup>2</sup>	Довжина ділянки $L$ , км	Нахил водної поверхні на ділянці		Морфолог. елементи поперечного профілю (русло, заплава)	Середній коефіцієнт шорсткості $n$
		при робоч. рівні	по позначках РВВ		
1	2	3	4	5	6

(продовження табл. 1.2)

Середня площа живого перерізу $\omega$ , м <sup>2</sup>	Середня ширина потоку $B$ , м	Середня глибина $h_{\text{сер}}$ , м	Коеф. Шезі (за Манінгом) $C$ , м <sup>1/2</sup>	Розрахункова витрата води $Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /с	Модуль максим. витрати $q_{\max}$ , л/(с·км <sup>2</sup> )
7	8	9	10	11	12

Щодо тимчасових водотоків при відносній ширині русла  $b < 30$  та коефіцієнті шорсткості  $n_0 > 0,025$ , одержаного з табл. А.1, враховується

вплив форми русла та берегів на гідравлічний опір. В таких випадках коефіцієнт шорсткості визначається за формулою [1]

$$n = n_0 \left( 1 + \frac{0,0026h^{1/3}}{gbn_0^2} \right)^{1/2}, \quad (1.4)$$

де  $n_0$  – значення, одержане з табл. А.1;

$h$  – середня глибина;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$b$  – відносна ширина русла.

Вплив заворотів потоку та меандрування русла враховується коефіцієнтом  $K_m$

$$n = K_m / n_0. \quad (1.5)$$

При відчутному ступені меандрування  $K_m$  береться 1,15, а при значному меандруванні – 1,30.

Слід мати на увазі, що в бурхливих потоках позначки рівня відповідають гребням найбільш високих хвиль. Висота цих хвиль над спокійним рівнем може бути визначена за такою формулою

$$h_b = 0,122hC\sqrt{I/g}, \quad (1.6)$$

де  $C$  – коефіцієнт Шезі;

$C = h^{1/6} / n$  (за Манінгом).

Розрахункова площа водного перерізу  $\omega_p$  в цьому випадку визначається за формулою

$$\omega_p = \omega - Bh_b, \quad (1.7)$$

де  $\omega$  – площа водного перерізу, відповідна РВВ;

$h_b$  – висота хвилі, яка розраховується за формулою (1.6).

З врахуванням зазначених рекомендацій до обліку додаткових опорів та завищення площі водного перерізу розрахункова формула для визначення максимальної витрати набуває такого вигляду

$$Q = \frac{\omega}{K_m} (h_1 - h_b)^{2/3} \left[ \frac{gbI}{gbh_b^2 + 0,0026(h - h_b)^{4/3}} \right]^{1/2}. \quad (1.8)$$

При відсутності додаткових опорів розрахунок виконується за формулою (1.1), у якій замість  $\omega$  підставляється значення  $\omega_p$ , розраховане за формулою (1.7).

Практична робота виконується кожним студентом за власним варіантом, згідно з матеріалами Додатку А.

Визначення максимальних витрат містить такі розрахунки:

- 1) за формулою (1.1);
- 2) з врахуванням впливу форми русла на гідравлічний опір (якщо  $b < 30$   $n_0 > 0,025$ );
- 3) з врахуванням меандрування (для кожного варіанта прийняти  $K_m = 1,15$ );
- 4) з врахуванням розрахункової площі водного перерізу за формулою (1.7);
- 5) оцінку помилок розрахунку максимальної витрати води за рахунок завищення позначки рівня високої води на висоту гребеня більш високих хвиль.

Графічні побудови необхідно виконувати на міліметровому папері (формат А4), а результати їх обробки привести за формою табл. 1.1 та 1.2. Розрахунок максимальної витрати виконувати за формулою (1.1), а результати розрахунків занести в табл. 1.2. Рекомендовані вище розрахунки, мають бути викладені в пояснювальній записці і зведені до табл. 1.2.

#### **1.4 Контрольні питання**

1. Чим пояснюється важливість до визначення максимальних витрат в інженерній, дослідницькій, водогосподарській практиці?
2. Яка гідрометрична модель закладена у визначенні максимальної витрати за допомогою позначок РВВ і шляхи визначення її компонентів?
3. Що є «гідрографічним вузлом» і як перевіряється надійність визначення максимальних витрат води?
4. Що таке позначки рівня високих вод і як вони виглядають в натурі?
5. Які вимоги ставляться до ділянки гідрометричних робіт при визначенні максимальних витрат за допомогою позначок РВВ?
6. Склад комплексу польових робіт для визначення максимальних витрат води розглянутим методом?
7. Графічна обробка польових матеріалів (вимоги до прийняття масштабів).
8. Послідовність розрахункової частини визначення максимальних

витрат води.

9. Як оцінюється похибка за рахунок завищення міток хвилями?

10. Які вимоги слід враховувати при використанні формули Шезі?

### 1.5 Реалізація практичної роботи 1

Початкові дані: р. Бистра – с. Яблониця, 18.VIII.1979 р.

РВВ 8-9.VI.1973 р.,  $F = 198,0 \text{ км}^2$

Таблиця 1.3 – Поздовжні профілі

Створ		Н/С		С/С				В/С	
відстань від пост. початку		5,0	15,0	34,0	53,0	75,0	85,0	102	110
позначка, м, умов.	робочий рівень	6,81	7,02	7,19	7,35	7,48	7,55	7,90	8,03
	РВВ	7,90		8,50				9,50	

Таблиця 1.4 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	9,40	0,0	9,98	0,0	10,50
8,0	8,72	11,0	9,20	10,0	10,10
16,0	8,11	13,0	9,02	13,0	9,70
20,0	7,70	18,0	7,70	17,0	9,00
24,0	6,65	20,0	7,35	20,0	7,90
28,0	6,36	22,0	7,00	22,0	7,50
30,0	6,20	24,0	6,75	24,0	7,31
34,0	6,20	27,0	6,66	26,0	7,25
38,0	6,26	30,0	6,65	29,0	7,30
40,0	6,28	34,0	6,60	32,0	7,25
42,0	6,26	38,0	6,72	34,0	7,24
44,0	6,22	40,0	6,80	38,0	7,36
46,0	6,36	42,0	7,02	41,0	7,40
48,0	6,75	44,0	7,35	44,0	7,90
50,0	9,50	46,0	9,50	45,0	8,28
				47,0	10,05

## Опис ділянки р. Бистра біля с. Яблониця

Ділянка р. Бистра розташовується біля с. Яблониця в 70 м нижче впадіння лівобережного притоку (струмка). Русло річки на ділянці прямолінійне, добре розроблено, довжиною 0,25 км. В місті впадіння струмка річка повертає праворуч на  $60^\circ$ .

Русло річки відносно стійке, складене галькою. Ширина русла на ділянці змінюється від 20 м до 30 м, глибини розподілені відносно рівномірно. Береги круті: висота лівого берега до 10 м, правий високий, переходить у схил долини.

Заплава лівобережна, суха, з лучною рослинністю, вздовж бровки берега ростуть окремі дерева.

Реалізація формули (1.1) виконується в такій послідовності.

1. Визначення площі живого перерізу потоку  $\omega$  і середньої глибини  $h$ .

Для визначення  $\omega$  викреслюються три поперечні профілі за даними табл. 1.4 при постійних масштабах (відповідно горизонтальних і вертикальних). Вертикальний масштаб повинен бути більший за горизонтальний, приблизно, в 5-10 разів [3].

Креслення рекомендується виконувати на двох аркушах міліметрового паперу формату А4, орієнтуючись на наведені зразки (рис. 1.1-1.3). У цьому прикладі  $M_{гор.} 1:200$ ,  $M_{верт.} 1:50$ . Нанесені точки сполучаються прямими лініями. На поперечні профілі наносяться відмітки РВВ (нижній рядок табл. 1.3). По цих відмітках проводяться горизонтальні лінії, на яких вказується відмітка РВВ і дата паводка. Характер зміни відміток дна на профілі є основою виявлення такого морфологічного елементу як заплава. Межа між руслом і заплавою зазвичай простежується по точці переламу профілю і помітному зниженню глибин на заплаві. Виділена на профілі площа живого перерізу визначається одним з відомих способів (механічним, аналітичним, графічним або графо-аналітичним). Одержані по трьох профілях площі живого перерізу заносяться в табл. 1.5.

Ширина потоку для кожного профілю визначається за різницею відстаней від постійного початку до точок урізів берегів.

Середня глибина живого перерізу цього морфологічного елемента відповідає частці від ділення його площі на ширину.

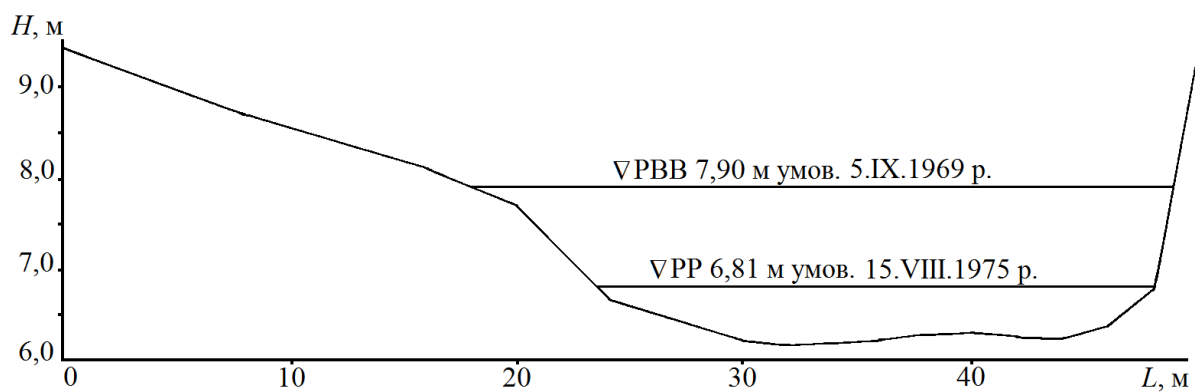


Рис. 1.1 – Поперечник нижнього створу,  $M_{гор.} 1:200$ ,  $M_{верт.} 1:50$

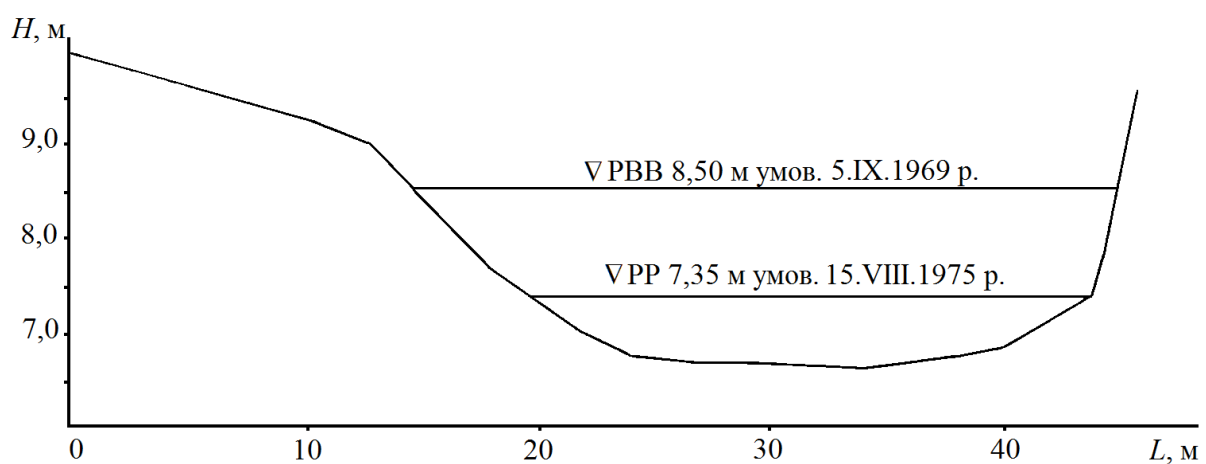


Рис. 1.2 – Поперечник середнього створу,  $M_{гор.} 1:200$ ,  $M_{верт.} 1:50$

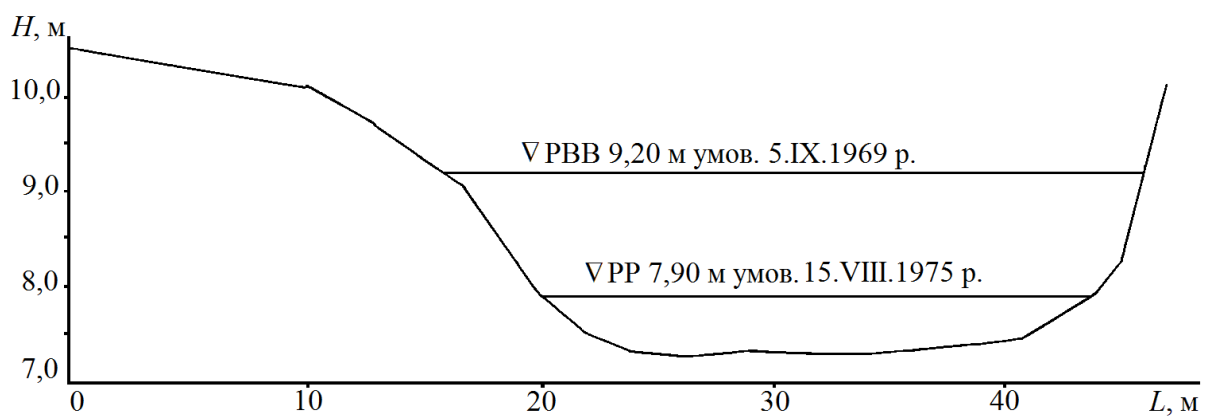


Рис. 1.3 – Поперечник верхнього створу,  $M_{гор.} 1:200$ ,  $M_{верт.} 1:50$

Таблиця 1.5 – Елементи поперечних профілів при максимальному рівні (р. Бистра – с. Яблониця, 5.IX.1969 р.)

Створ	Морфологічні елементи поперечного профілю	Площа живого перерізу $\omega$ , м <sup>2</sup>	Ширина потоку $B$ , м	Середня глибина $h_{сер}$ , м
Верхній	Русло заплава	46,9	30,1	1,56
Середній	Русло заплава	43,7	30,3	1,44
Нижній	Русло заплава	45,9	30,8	1,49

## 2. Визначення уклону водної поверхні $I$ .

Для русла і заплави уклону водної поверхні беруться однаковими. Визначення уклону здійснюється за допомогою поздовжніх профілів водної поверхні при РВВ і при РР. Для цього за даними нівелювання урізів і позначок РВВ (табл. 1.3) будуються поздовжні профілі (рис. 1.4).

При побудові поздовжніх профілів (при РВВ і РР) їх шкали, як правило, використовують з позначок не рівних нулю, а також вони можуть бути зміщені для зручності побудови на аркуші міліметрового паперу.

Значення уклону водної поверхні  $I$  розраховується за відношенням  $\Delta H$  до  $L$  (рис. 1.4). Результати розрахунків  $I_{РР} = 0,0109$  і  $I_{РВВ} = 0,00133$  заносяться в табл. 1.5.

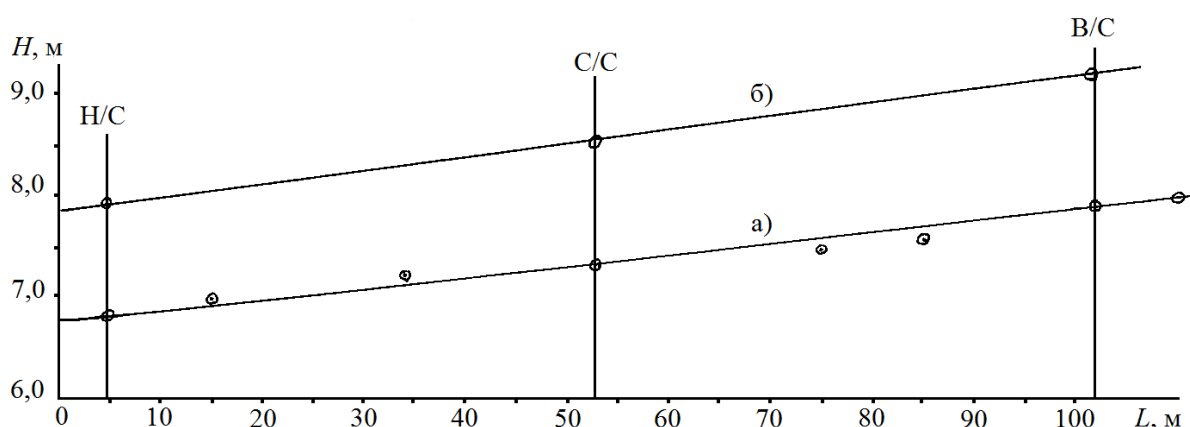


Рис. 1.4 – Поздовжні профілі:

- а) робочий рівень;
- б) рівень високих вод.

## 3. Визначення коефіцієнта Шезі $C$ .



Коефіцієнт Шезі в цій роботі пропонується визначати за формулою Манінга (1.3).

Його величина визначається за табл. А.1 з урахуванням опису ділянки річки. У описуваному варіанті, враховуючи, що річка напівгірська з галечниковим руслом і сприятливими умовами течії величина  $n$  береться рівною  $n_0 = 0,040$ . Індекс 0 указує на табличний варіант даних. Далі, враховуючи, що річка не є тимчасовою, формула (1.4) ігнорується. Величина меандрування при відчутному його ступені враховується величиною  $K_m = 1,15$ , а при значному –  $K_m = 1,30$ .

За умовами завдання  $K_m = 1,15$ , тому  $n = K_m \cdot n_0 = 1,15 \cdot 0,040 = 0,046$ . Значення коефіцієнта Шезі розраховується з величиною  $n = 0,046$

$$C = 1,50^{0,17} / 0,046 = 23,3 \text{ м}^{0,5}.$$

4. Визначення  $Q_{\text{макс}}$  по позначках рівня високих вод.

Параметри, які входять до формули (1.1)  $\omega$ ,  $C$ ,  $I$  – визначені. Величина  $R$  – значення гідравлічного радіуса з невеликим наближенням береться рівним величині середньої глибини  $h$ . Підставивши вказані значення у формулу (1.1), можна визначити

$$Q_{\text{макс}} = 45,5 \cdot 23,3 \sqrt{1,50 \cdot 0,0133} = 150 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Далі розраховується значення максимального модуля стоку вод

$$q_{\text{макс}} = Q_{\text{макс}} \cdot 1000 / F = 150 \cdot 1000 / 198 = 758 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2).$$

5. Уточнення розрахунку  $Q_{\text{макс}}$ .

Можливе завищення положення міток формується гребенями найбільш високих хвиль. Для того, щоб цього уникнути, виконується розрахунок за формулою (1.6) і таким чином визначається висота цих хвиль

$$h_b = 0,122 \cdot 1,50 \cdot 23,3 \sqrt{0,0133 / 9,8} = 0,16 \text{ м}.$$

Розрахункова площа, що виключає завищення визначається за формулою

$$\omega_p = 45,5 - 30,3 \cdot 0,16 = 40,6 \text{ м}^2.$$

Підставляючи величину  $\omega_p$  у формулу (1.1) можна визначити уточнену максимальну витрату води

$$Q_p = 40,6 \cdot 23,3 \sqrt{1,50 \cdot 0,0133} = 133 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Далі виконується обчислення уточненого значення максимального модуля стоку води

$$q_p = Q_p \cdot 1000 / F = 133 \cdot 1000 / 198 = 672 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2).$$

Останні два значення вносяться до графі 11 і 12 табл. 1.6.

Виконуючи п. 5 завдання, необхідно обчислити похибку розрахунку максимальної витрати води за рахунок можливого завищення позначок рівня на висоту гребеня найбільш високих хвиль за формулою

$$\Delta Q = (Q_{\text{макс}} - Q_p) / Q_p \cdot 100 = (150 - 133) / 133 \cdot 100 = 12,8\%.$$

Таблиця 1.6 – Розрахунок максимальних витрат води з використанням формули Шезі (р. Бистра – с. Яблониця, 5.IX.1969 р.)

Площа водозбору $F$ , км <sup>2</sup>	Довжина ділянки $L$ , км	Уклон водної поверхні на ділянці		Морфолог. елементи поперечного профілю (русло, заплава)	Середній коефіцієнт шорсткості $n$
		при робоч. рівні	по позначках РВВ		
1	2	3	4	5	6
198	100	0,0109	0,0133	русло	0,046

(продовження табл. 1.6)

Середня площа живого перерізу $\omega$ , м <sup>2</sup>	Середня ширина потоку $B$ , м	Середня глибина $h_{\text{сер}}$ , м	Коеф. Шезі (за Манінгом) $C$ , м <sup>1/2</sup>	Розрахункова витрата води $Q_{\text{макс}}$ , м <sup>3</sup> /с	Модуль максим. витрати $q_{\text{макс}}$ , л/(с·км <sup>2</sup> )
7	8	9	10	11	12
45,5	30,3	1,50	23,3	150	758

Уточнені максимальні витрата і модуль стоку води:  $Q_p = 133 \text{ м}^3/\text{с}$  і  $q_p = 672 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ .

## **2 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ ТИПОВОГО ЛОТКА ВЕНТУРИ І РОЗРАХУНКИ ВИТРАТ ВОДИ**

### **2.1 Загальні відомості про гідрологічні витратоміри**

Малі річки широко використовуються як джерело водопостачання в різних напрямках промисловості, сільського та комунального господарства, а також відіграє значну роль у вирішенні питань водовідведення стічних вод.

Для малих річок характерна велика мінливість гідрологічних характеристик (максимальних і мінімальних витрат води, багаторічних і внутрішньорічних коливань стоку та ін.) в залежності від фізико-географічних та кліматичних умов і антропогенного навантаження на їх басейни. Малі річки виконують роль своєрідних індикаторів фізико-географічних особливостей річкових басейнів. Тому свідчення про них широко використовуються в гідрологічних дослідженнях по різних напрямках.

Гідрологічні характеристики цих річок дуже індивідуальні, і коли вони мало вивчені в природі, можливість застосування до них метода гідрологічної аналогії є обмеженою. Але розвиток мережі гідрологічних постів має деякі проблеми. Перш за все з боку методичного забезпечення та в друге – з обладнанням гідроствору. Це стосується дискретності при використанні млинкових вимірювань та відсутності гарантії фіксації максимальної витрати. На гірських річках метод лінійної інтерполяції (метод «швидкість-площа») зовсім може стати незручним при визначенні площ та швидкостей.

В той же час в гідрологічній практиці існують засоби, які дозволяють виконувати безперервний автоматичний облік стоку води на малих річках і називаються вони гідрометричними витратомірами. До них належать лотки і водозливи, які використовуються на малих річках та каналах. Похибки вимірювання витрат води на таких гідрометричних пристроях становлять 2-5%.

Перевага гідрологічних витратомірів забезпечується простотою вимірювання і безперервністю обліку стоку води. Останній визначається за гідравлічними залежностями, вимірним елементом в яких є рівень верхнього б'єфа (напір), що безперервно фіксується за допомогою самописів (реєстраторів) рівня води. Вони є складовою частиною

комплекту витратомірів і забезпечують можливість автоматизації вимірювального процесу в визначенні стоку води.

Водозливи – це споруди з перепороною у вигляді вертикальної стінки або порогу, через який переливається вода (рис. 2.1). За товщиною і формою поздовжнього профілю такої перепони пристрої розділяють на водозливи з тонкою стінкою і водозливи з широким порогом практичного профілю. Класифікують водозливи і за формою водозливного отвору – прямокутні, трикутні, трапецієподібні, радіальні, параболічні та інші.

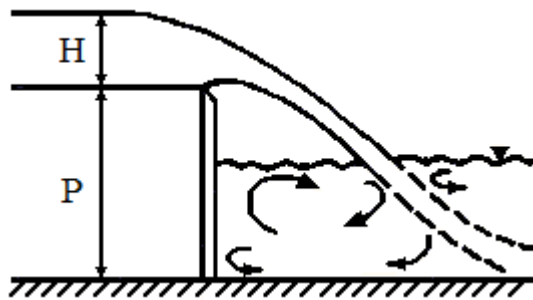


Рис. 2.1 – Водозлив з тонкою стінкою

Гідрометричний лоток – пристрій зі звуженням, в горловині якого встановлюється критичний режим течії. Ділянки потоку, розташовані нижче водопропускного пристрою, називаються відповідно верхнім і нижнім б'єфами.

Мірою витрати через лоток або водозлив є напір води. Для лотків з боковим стисненням напором є рівень над горизонтальним дном лотка на підході до горловини. Для водозливів і лотків з донним і донно-бічним стисненням він дорівнює перевищенню рівня верхнього б'єфа над гребенем водозливної стінки або порогу (рис. 2.2).

Пропускна здатність витратомірів визначається при незатопленому режимі, який оцінюється за коефіцієнтом підтоплення

$$\eta = h / H, \quad (2.1)$$

де  $h$  – перевищення рівня нижнього б'єфа над гребенем порогу водозливу або дном горловини лотка;

$H$  – напір води (рівень верхнього б'єфа).

Як гідрометричні пристрої водозливи і лотки обов'язково обладнуються голчатими або гачковими рейками.

Відомості про технічні характеристики та умови застосування вказаних витратомірів надаються у [1, 5].

## 2.2 Лотки Вентурі

Лотки Вентурі є досить зручними в експлуатації гідрологічними витратомірами на малих водотоках, особливо при великій кількості наносів у водному потоці. Їх характеризує простота конструкції і високий транзит наносів [1, 5, 6].

Лотки Вентурі можуть будуватися з прямокутною або трапецієподібною горловиною. Перші, як найбільш прості у розрахунковому і конструктивному плані, застосовуються частіше.

Існують три типи лотків з горловиною прямокутного перерізу:

а) лотки, в яких стиснення водного потоку і утворення перерізу з критичною глибиною здійснюється за рахунок звуження бічних стінок при горизонтальному дні (рис. 2.2 а);

б) лотки, в яких стиснення водного потоку утворюється за рахунок підвищення дна (утворення «горба») при паралельних у плані бічних стінках (рис. 2.2 б);

в) лотки, у яких стиснення потоку води відбувається одночасно у вертикальній і горизонтальній площинах.

Найпростіші у виконанні лотки перших двох типів.

Нижче ми будемо розглядати перший тип лотка – з бічним стисненням.

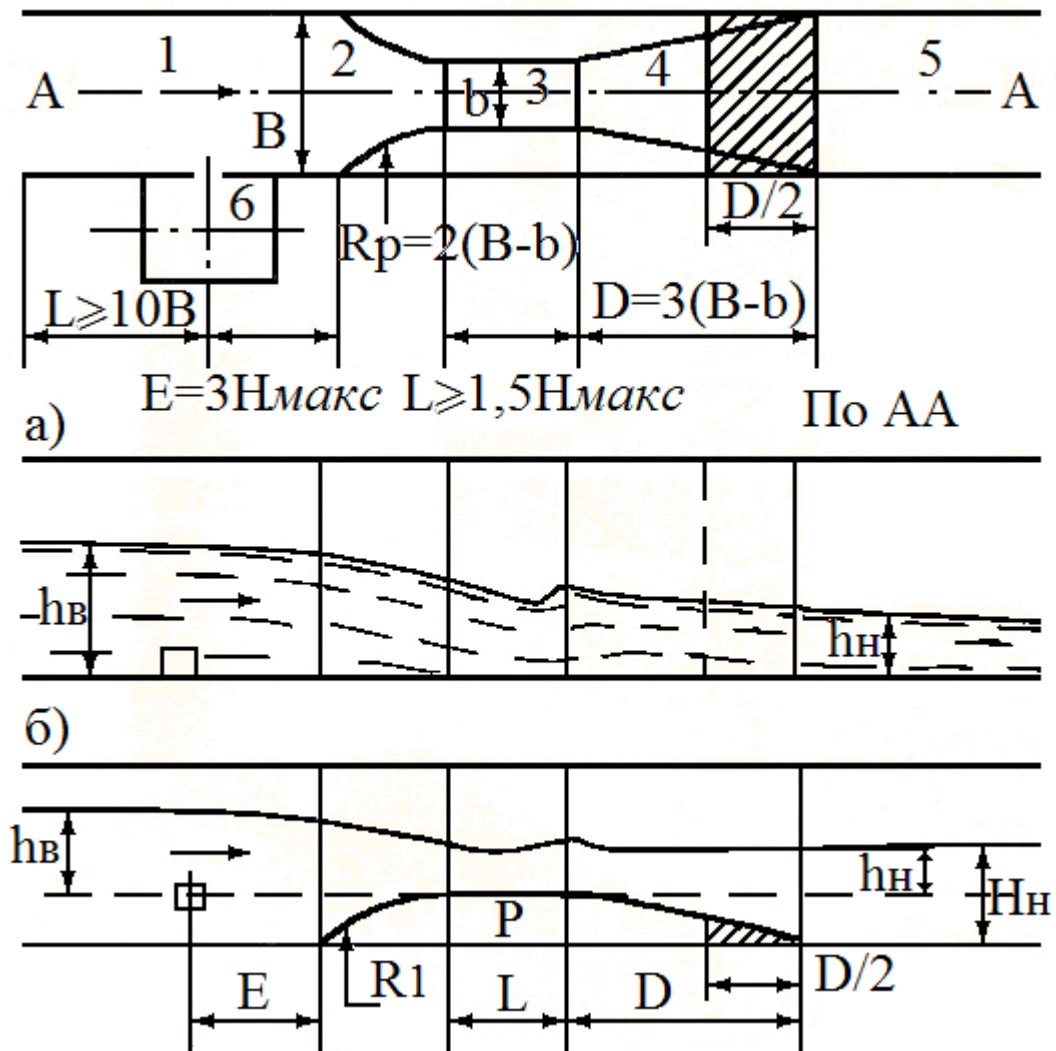


Рис. 2.2 – Лоток Вентури:

- а) лоток без порогу;
- б) лоток з порогом;
- 1 канал підвідний;
- 2 приймальний розтруб;
- 3 горловина;
- 4 розтруб відвідний;
- 5 канал відвідний;
- 6 криниця самописа.

### 2.2.1 Елементи конструкції лотка з бічним стисненням

Лотки Вентури складаються з трьох основних частин:

1) приймального розтруба-конфузора зі стінками, що збігаються (рис. 2.2 а); дно потоку горизонтальне, бічні стінки приймального розтруба

в плані окреслені по радіусу;

2) горловини з паралельними стінками і горизонтальним дном;

3) відвідного розтруба-диффузора з стінками, які розходяться, та горизонтальним дном.

Для кращого сполучення лотка з потоком існують наступні допоміжні елементи споруди:

1) підвідна частина споруди призначена для утворення рівномірного розподілу швидкостей на підході потоку до лотка. При боковому стисненні лотка ( $B > b$ ) довжина прямолінійної частини підвідного каналу  $L$  повинна бути не менше, ніж  $5B$ ; якщо  $B = b$ , то довжина прямолінійної частини підводного каналу становить –  $10B$ ;

2) відвідна частина повинна забезпечувати плавний перехід потоку з лотка в природне русло; дно його потрібно укріпити, щоб уникнути можливого розмиву.

### 2.2.2 Розміри лотка Вентурі

Розміри лотка Вентурі визначаються шириною горловини  $b$ , шириною підвідного каналу  $B$  і максимальним напором  $H_{\text{макс}}$ :

1) бічні стінки приймального розтруба окреслюються по радіусу  $R$

$$R = 2(B - b), \quad (2.2)$$

2) довжина горловини лотка

$$L = 1,5 \cdot H_{\text{макс}}, \quad (2.3)$$

3) довжина відвідного розтруба

$$D = 3(B - b), \quad (2.4)$$

В окремих випадках довжина відвідного розтруба може бути скорочена вдвічі.

4) максимальний напір  $H_{\text{макс}}$  не повинен перевищувати триразової ширини горловини  $b$ , але він не повинен бути більше ніж 1,8 м;

5) гранична ширина горловини обирається в залежності від ступеня стиснення лотком потоку  $b/B$  і максимальної ширини підвідного каналу  $B$ . Як граничну ширину  $B$  у цій роботі слід прийняти  $B = 5,0$  м;

6) висота стінок лотка приймається рівною  $H_{\text{макс}} + 0,10$  м. Розміри типових лотків Вентурі з бічним стисненням і граничні витрати води для різних ступенів стиснення потоку ( $b/B$ ) наведені в табл. Б.1. В табл. Б.1

представлені лотки з шириною горловини від 0,25 до 3,0 м через 0,25 м для  $b/B = 0,2; 0,4; 0,6$ .

### 2.2.3 Гідравлічне визначення витрати води в лотках Вентурі з бічним стисненням

В гідравлічному відношенні лоток Вентурі – це лоток з критичною глибиною в межах його горловини. При незатопленому витіканні (коефіцієнт підтоплення не більше за 0,8) частина лотка розташована нижче горловини, не впливає на умови руху води на виході.

Рівняння витрати води для лотка Вентурі має такий вигляд

$$Q = 1,705 C_e \cdot C_v \cdot b \cdot H^{3/2}, \quad (2.5)$$

де  $C_v$  – коефіцієнт, який враховує вплив швидкості підходу;

$C_e$  – коефіцієнт витрати;

$b$  – ширина горловини, м;

$H$  – напір води в метрах над дном лотка, м.

Коефіцієнт швидкості підходу  $C_v$  залежить від ступеня стиснення потоку лотком і розраховується за допомогою такого рівняння

$$\left( \frac{b}{B} \cdot \frac{2}{3\sqrt{3}} \right)^2 \cdot C_v - C_v^{2/3} + 1 = 0. \quad (2.6)$$

Визначається коефіцієнт  $C_v$  з рівняння (2.5) методом підбору. Для зручності визначення коефіцієнта є табл. Б.2, за допомогою якої в залежності від ступеня стиснення потоку визначається  $C_v$  [1, 5].

Коефіцієнт витрати  $C_e$  залежить від витрат на тертя та ступеня турбулентності потоку і розраховується за формулою

$$C_e = \left( \frac{b}{0,004l + b} \right)^{3/2} \cdot \left( \frac{H - 0,003l}{H} \right)^{3/2}. \quad (2.7)$$

Наведена табл. Б.3 дозволяє визначити значення  $C_e$  для різних напорів в залежності від ширини  $b$  і довжини  $L$  горловини лотка.

## 2.3 Контрольні питання

1. Які основні конструктивні особливості лотків?
2. Які основні конструктивні особливості водозливів?



3. Величини похибок визначення витрат води за допомогою лотків і водозливів.

4. Якими водомірними пристроями оснащуються лотки та водозливи?

5. Де розташовуються водомірні пристрої у лотках Вентурі з бічним стисненням?

6. Яка періодичність нівелювання витратомірів?

7. В яких випадках довжина прямолінійної частини підвідного каналу повинна бути  $> 10B$ ?

8. У чому полягає градуювання витратоміра ?

9. За яких умов витікання води через лоток Вентурі визнається вільним?

10. Які негативні наслідки сполучання каналу з природним руслом можуть відбуватися?

## 2.4 Практична частина

### 2.4.1 Склад завдання

У цій практичній роботі задані наступні задачі:

- 1) вивчити відомі типи лотків Вентурі;
- 2) визначити основні розміри типового лотка Вентурі з бічним стисненням і прямокутною горловиною;
- 3) показати основні установочні і експлуатаційні вимоги до лотків Вентурі;
- 4) виконати розрахунки витрат води за формулою (2.5) для напорів від 5 см до  $H_{\text{макс}}$  з інтервалом 5 см;
- 5) побудувати криву витрат води для лотка Вентурі (по 20-ти значеннях  $H$  і  $Q$ );
- 6) відповісти на контрольні запитання.

### 2.4.2 Вихідні дані

При визначенні основних розмірів типового лотка Вентурі з бічним стисненням ураховуються наступні дані:

- ступінь стиснення горловини лотка, визначений відношенням  $b/B$ ;
- максимальний напір  $H_{\text{макс}}$ ;
- мінімальна витрата води  $Q_{\text{мін}}$ ;
- максимальна витрата води  $Q_{\text{макс}}$ .

Вихідні дані по варіантах наведені у п. 2.6.

### 2.4.3 Основні розміри типового лотка Вентурі з бічним стисненням

Основними розмірами типового лотка Вентурі вважаються:

- 1) ширина підвідного каналу;
- 2) ширина горловини;
- 3) висота стінок лотка;
- 4) радіус стінок приймального розтруба;
- 5) довжина горловини лотка;
- 6) довжина підвідного каналу;
- 7) довжина відвідного розтруба.

### 2.4.4 Пояснення до виконання практичної роботи

При виконанні даної роботи необхідно ознайомитися методичними вказівками, а також вивчити літературу [1, 5, 6].

При визначенні окремих розмірів лотка і розрахунків витрат води можна використовувати табл. Б.1, Б.2, Б.3. Розрахунки витрат води виконати з інтервалом напору 5 см за формою табл. 2.1.

Криву витрат побудувати на аркуші міліметрового паперу формату А4 олівцем.

У пояснювальній записці до цієї роботи необхідно надати відповіді на контрольні питання (пункт 2.3).

## 2.5 Реалізація практичної роботи 2

Із складу завдання (п. 2.4.1) нижче розглянуто приклади вирішення задач 2, 4 та 5.

Задача 2. Вирішення завдання здійснюється по показниках згідно п. 2.4.3 (розміри 1-7) за такими даними:

- максимальний напір ( $H_{\text{дод}} = 1,0$  м);
- стиснення горловини  $b/B = 0,4$ ;
- мінімальна витрата води  $Q_{\text{зг}} = 0,028$ ;
- максимальна витрата води  $Q_{\text{дод}} = 2,45$  м<sup>3</sup>/с.

Перш за все необхідно визначити основні розміри, вказані в п. 2.4.3.

1 – ширину підвідного каналу для лотка Вентурі з бічним стисненням ( $B > b$ ) можна визначити з табл. Б.1 відповідно значенню  $b/B = 0,4$  (середня частина таблиці) та  $Q_{\text{зг}} = 0,028$  м<sup>3</sup>/с і  $Q_{\text{дод}} = 2,45$  м<sup>3</sup>/с. З табл. Б.1 необхідно обрати такий рядок, щоб табличне значення

$Q_{\text{вх}}^{\text{в}} \text{ було меншим за вихідне, а табличне значення } Q_{\text{вх}}^{\text{в}} \text{ було більше за вихідне. Це буде рядок в табл. Б.1 з } B = 3,75 \text{ м.}$

2 – ширину горловини лотка необхідно визначити, знаючи величину стиснення горловини (0,4) та значення ширини підвідного каналу (3,75 м), тобто  $b = 3,75 \cdot 0,4 = 1,5 \text{ м.}$

3 – висота стінок лотка приймається згідно п. 2.2.2 (п. 6), що дорівнює  $H_{\text{вх}}^{\text{в}} + 0,10 = 1,0 + 0,10 = 1,10 \text{ м}$  (за умови  $H_{\text{вх}}^{\text{в}} = 1,0 \text{ м}$ ).

4 – радіус стінок приймального розтруба згідно п. 2.2.2 (формула 2.2) визначається за виразом  $R = 2(B - b) = 4,5 \text{ м.}$

5 – довжина горловини лотка згідно п. 2.2.2 (формула 2.3) визначається за виразом  $L = 1,5 \cdot H_{\text{вх}}^{\text{в}} = 1,5 \cdot 1,0 = 1,5 \text{ м.}$

6 – згідно п. 2.2.1 довжина підвідного каналу при бічному стисненні має бути не менше за  $5B$ , тобто  $5 \cdot 3,75 = 18,8 \text{ м}$ ;

7 – довжина відвідного розтрубу згідно п. 2.2.2 та за формулою 2.4 визначається за виразом  $D = 3(B - b) = 3 \cdot (3,75 - 1,5) = 3 \cdot 2,25 = 6,75 \text{ м.}$

Задача 4. Розрахунки витрат води для лотка Вентурі за формулою (2.5) потребує знання коефіцієнтів  $C_v$  і  $C_e$ . Перший враховує вплив швидкості підходу до горловини лотка і може визначатись за допомогою рівняння (2.6) або з табл. Б.2. Використовуючи табл. Б.2 і за значенням  $b/B = 0,4$  одержуємо, що  $C_v = 1,039$ .

Коефіцієнт витрати  $C_e$  в залежності від відношення  $L/b = 1,5/1,5 = 1$  та  $H/L$  для різних напорів за табл. Б.3, використовуючи принцип лінійної інтерполяції. Результати розрахунків витрати води для лотка Вентурі за формулою (2.5) подані у вигляді табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунки витрат води  
(лоток Вентурі з бічним стисненням)

№ п/ч	$H$ , м	$H^{3/2}$	$H/l$	$C_e$	$Q$ , м <sup>3</sup> /с
1	2	3	4	5	6
1	0,05	0,0112	0,033	0,875	0,026
2	0,10	0,0316	0,067	0,921	0,077
3	0,15	0,0581	0,100	0,950	0,147
4	0,20	0,0894	0,133	0,959	0,228
5	0,25	0,1250	0,167	0,967	0,321
6	0,30	0,1643	0,200	0,972	0,424
7	0,35	0,2071	0,233	0,975	0,536
8	0,40	0,2530	0,267	0,977	0,687

Продовження табл. 2.1					
9	0,45	0,3019	0,300	0,979	0,785
10	0,50	0,3536	0,333	0,980	0,921
11	0,55	0,4079	0,367	0,982	1,060
12	0,60	0,4648	0,400	0,983	1,210
13	0,65	0,5240	0,433	0,984	1,370
14	0,70	0,5857	0,467	0,984	1,530
15	0,75	0,6495	0,500	0,985	1,700
16	0,80	0,7155	0,533	0,986	1,870
17	0,85	0,7837	0,557	0,986	2,050
18	0,90	0,8538	0,600	0,987	2,240
19	0,95	0,9259	0,633	0,987	2,430
20	1,00	1,000	0,667	0,987	2,620

Задача 5. Згідно рекомендацій цих методичних вказівок крива витрат води будується на міліметровому папері формату А4 аналогічно наведеному на рис. 2.3 графіку.

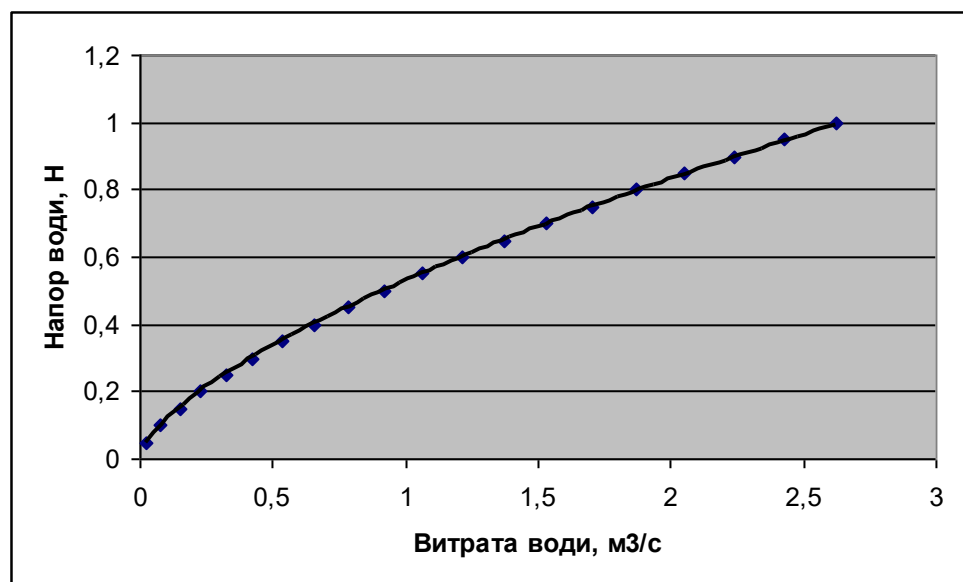


Рис. 2.3 – Крива витрати води

## 2.6 Вихідні дані до практичної роботи

Таблиця 2.2 – Вихідні дані по варіантах завдання

Варіанти завдання	Максимальний напір $H_{\text{макс}}$ , м	Стиснення горловини $b/B$	Мінімальна витрата $Q_{\text{міні}}$ , м <sup>3</sup> /с	Максимальна витрата $Q_{\text{макс}}$ , м <sup>3</sup> /с
1	2	3	4	5
1	1	0,2	0,01	0,82
2	1	0,4	0,02	1,62
3	1	0,6	0,03	2,50
4	1	0,2	0,01	0,79
5	1	0,4	0,01	0,82
6	1	0,6	0,025	2,20
7	1	0,4	0,018	1,62
8	1	0,4	0,027	2,50
9	1	0,6	0,033	3,20
10	1	0,6	0,03	2,75
11	1	0,4	0,036	3,20
12	1	0,6	0,044	3,89
13	1	0,6	0,047	4,50

## 3 ВИВЧЕННЯ ТА ГРАДУЮВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ВОДОМІРНИХ ПОСТІВ

### 3.1 Загальна характеристика дистанційних водомірних постів

Пости призначені для забезпечення зацікавлених служб в оперативній інформації про режим рівнів водного об'єкта. Найчастіше така інформація буває потрібна і в режимному плані, для чого вона може подаватися на пункт обробки при вимірах або після попереднього накопичення за деякий період часу.

Дистанційні водомірні пости складаються з датчика рівня, каналу зв'язку, реєструючого пристрою і джерела живлення.

Датчик складається з чутливого елемента і перетворювача. Чутливий елемент, що сприймає зміни рівня, може бути гідростатичного, поплавкового, електричного або інших типів. Від типу чутливого елемента залежить характер інформації, яка може бути безперервною або дискретною.

Найбільше поширення в гідрометричній практиці мають датчики поплавкового і гідростатичного типів, що забезпечують безперервний характер передачі інформації про рівні води [1, 7].

Перетворювач в системі, що розглядається, переводить інформацію від чутливого елемента в форму сигналу, зручну для передачі на реєструючий пристрій, найчастіше за все це дискретні або безперервні електричні перетворювачі.

В залежності від віддаленості дистанційного поста використовується електропровідний або радіохвильовий.

Реєструючим пристроєм може бути самописець рівня води, стрілочний, шкаловий або цифровий прилад.

### **3.2 Короткий опис дистанційного вимірювача рівня води (ДВРВ)**

Дистанційний вимірювач рівня води є дистанційним водомірним пристроєм поплавкового типу, призначеним для вимірювання рівня води у відкритих водоймах, колодязях, меліоративних каналах та інших водних об'єктах [7].

Конструктивно ДВРВ являє собою дві металеві труби діаметром 10 см і довжиною 250 см, сполучені кріпильними хомутами і пластиною у верхній торцевій частині (рис. 3.1). На цій пластині під захисним кожухом встановлюється стійка, з багатообертним потенціометром. На вісь потенціометра кріпиться робочий шків – масштабний перетворювач інформації, що надходить від поплавкового датчика за допомогою тросика, на протилежному кінці якого кріпиться противага. Сам потенціометр слугує перетворювачем механічних сигналів на опір електричного ланцюга, що фіксується на реєструючому пристрої. Поплавок і противага вміщуються відповідно в робочій трубі, перфорованій в нижній частині, і в трубі противаги.

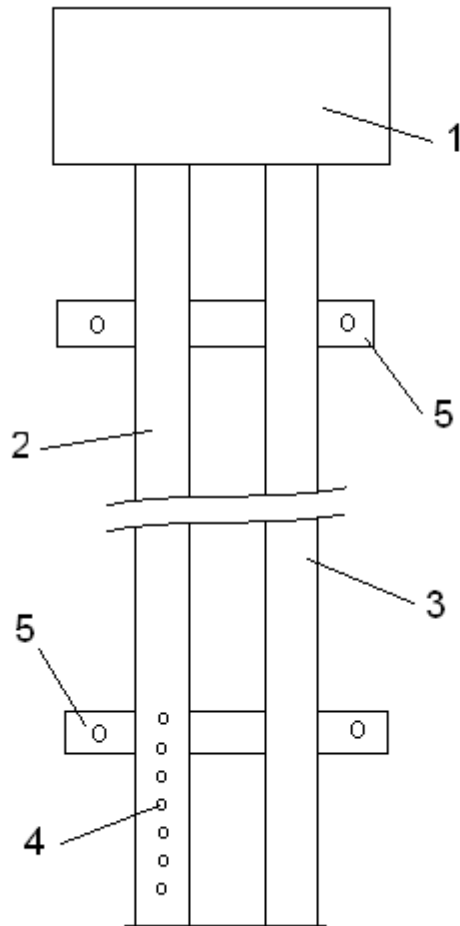


Рис. 3.1 – Загальний вигляд дистанційного вимірювача рівнів води:

- 1 захисний кожух;
- 2 робоча труба;
- 3 труба противаги;
- 4 отвір для входу води;
- 5 хомути для закріплення.

Технічні характеристики ДВРВ:

діапазон вимірювання рівнів води – від 0 до 200 см,  
 точність вимірювання рівня – +1-3 мм,  
 максимальна похибка при товщині робочого троса до 1 мм + 2,1 мм,  
 вага приладу – не більше 50 кг,  
 габаритні розміри – 2800×300×280 мм,  
 режим роботи – цілодобовий,  
 вихід датчика – аналоговий,  
 довжина лінії зв'язку – до 1000 м.

### 3.3 Порядок встановлення водомірного поста

Дистанційний вимірювач рівня води може бути встановлений на опорі мосту, прямовисній стінці дамби, на вертикально встановленій палі та ін.

Після установки захисних труб ДВРВ в цілком вертикальному положенні на робочій підставці монтується вимірювальний пристрій, який складається з кріпильної стійки, багато обертового потенціометра і робочого шківів (рис. 3.2).

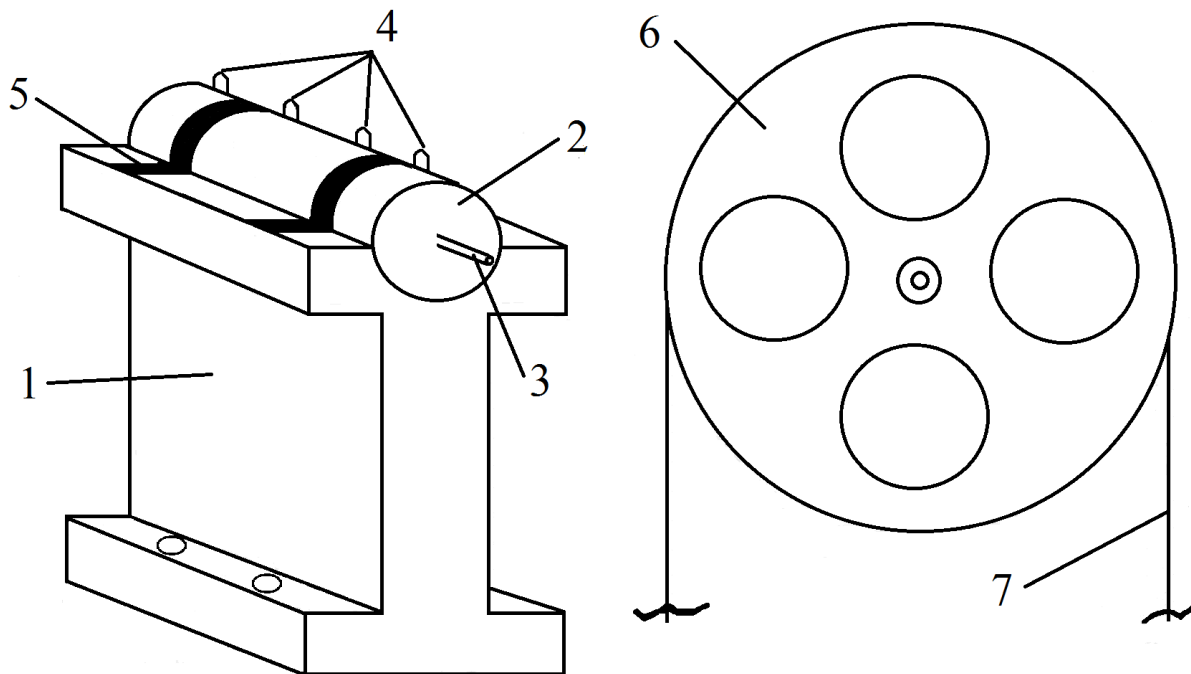


Рис. 3.2 – Вимірювальний пристрій:

- 1 стойка;
- 2 багатообертовий потенціометр;
- 3 вісь потенціометра;
- 4 контакти;
- 5 хомути;
- 6 робочий шків;
- 7 робочий трос.

#### 3.3.1 Порядок збирання і налагодження вимірювального блоку

- Встановити шків (6) на вісь потенціометра (3) і закріпити гайкою.

До контактів (4) потенціометра (2) підключити кабель, для з'єднання водпоста з цифровим реєструючим приладом вказаних нижче марок. При



цій операції потрібно врахувати дві обставини:

а) покази цифрового приладу повинні змінюватися при обертанні осі потенціометра відповідно зміні рівня. При збільшенні рівня покази повинні зростати, а при зменшенні – падати. Якщо спостерігається зворотна картина, необхідно поміняти контакти.

б) початкове, найнижче значення опору потенціометра, на рівні «0», коливається біля значень 1,3-1,4 Ом для того типу потенціометрів, що використовуються. В цьому разі, при обертанні осі потенціометрів від упора покази спочатку будуть зменшуватися від деякого більш високого значення до мінімуму і, тільки перейшовши через вказаний мінімум почнуть монотонно зростати.

- Обережним обертанням шківів вивести покази приладу на значення, що відповідає дійсному рівню, вимірюваному по звичайних постових пристроях (палях, гачкових або стаціонарних водомірних рейках), якими повинен бути укомплектований пост. Потрібно мати на увазі, що конструкція дистанційного водомірного поста, що розглядається, не дозволяє вимірювати від'ємні рівні. Тому у випадку, якщо такі мають місце, повинен бути призначений деякий умовний «0» поста, за допомогою якого виміряні значення рівня приводяться до додатних значень.

- Одягнути на робочий шків тросик від поплавкового пристрою, притримуючи шків рукою у заданому положенні, стежачи, щоб при опусканні поплавка у воду не сталося перевертання шківів під дією противаги, що врівноважує поплавок. Поплавок опускають в трубу, забезпечену перфорацією в нижній частині, а противага – в трубу, захищену від попадання води. Подальше відстеження рівня здійснюється автоматично, однак неможна допускати ковзання тросика по тих або інших причинах, наприклад, при коливанні рівня, що перевищують допустимі межі вимірювання. Один оберт шківів відповідає 50 см хода рівня води у водоймі.

### 3.3.2 Прилади і обладнання, що комплектують дистанційний водомірний пост

Вимірювання рівнів, що спостерігаються, може здійснюватися за допомогою цифрового універсального приладу типа: В7-27, В7-20, В7-21, В7-22, В7-35, що забезпечує вимірювання опорів з точністю до 0,1 Ом.

Для забезпечення точності вимірювання в межах +1 мм можна використати прилад В7-21 і аналогічні йому. При використанні приладів типу В7-27 і В7-22 похибка вимірювання рівня може досягати +2-3 мм.

Для з'єднання місця встановлення поста дистанційним пультом спостереження може бути використаний кабель з двома струмоведучими жилами.

При малих відстанях вибір типу кабелю необмежений; при відстанях до 200 м кабель повинен бути мідним, діаметром не менше 0,5 мм; при довжині лінії зв'язку більше за 200 м бажано застосувати багатожильний екранований кабель.

Марки кабелю:

Кабель контрольний ГОСТ 1608-78Е КПСВГ 14×0,75 мм<sup>2</sup>.

Кабель контрольний ГОСТ 1508-78 ЕКВВГ 7×0,75 мм<sup>2</sup>.

Провід МГТВ ГОСТ 1508-78Е 2×2,5 мм<sup>2</sup>.

Пояснення до використання ДВРВ:

Застосування тросу з діаметром більшим, ніж 0,2 мм, приводить до завищення показів в наведеній нижче таблиці за рахунок збільшення робочого діаметра шківа.

Таблиця 3.1 – Значення поправок на товщину робочого троса

№ п/ч	Діаметр троса, мм	Робочий хід шківа на 1 оберт мм	Величина рівня, мм	Максимальна відмітка рівня по шкалі, мм	Середня похибка, %
1	1,0	501,1	2000	2004,4	0,22
2	2,0	502,7	2000	2010,8	0,54
3	3,0	504,2	2000	2016,8	0,84

У разі вимірювання рівня з точністю до 1 см, як це прийнято стандартних спостереженнях на гідрологічній мережі Держгідромета, можна приймати виміряні значення по показах приладу безпосередньо або після округлення як істинні значення рівня. У спеціальних же дослідженнях, коли необхідна більш висока точність, для уточнення виміряного значення рівня слід користуватися градуювальники даними у вигляді таблиці «координат», яка встановлює точну відповідність між показниками приладу і істинним рівнем на кожний Ом опору потенціометра.

Дистанційний вимірювач рівня води може застосовуватися також і при відсутності порівняно дорогих цифрових приладів в комплексі з електронними стрілочними приладами, самописцями, однак точність в цьому випадку обмежена характеристиками цих приладів.

### 3.4 Градування дистанційного вимірювача рівня води

На рис. 3.3 показаний загальний вигляд градуювальної установки, основними елементами якої є:

- тарувальний бак;
- водорозбірний вентиль;

- водомірна трубка для контролю;
- мікровимірювач рівня;
- стійка приладу;
- цифровий прилад;
- дистанційний вимірник рівнів води.

Градування ДВРВ виконується в наступному порядку:

1. Здійснюється збирання ДВРВ:

- закріплюється багатообертовий потенціометр на стійці з допомогою кріпильних хомутів;
- встановлюється шків на осі потенціометра і закріплюється кріпильною гайкою;
- поплавок і протывага закріплюються на кінцях тросика;
- стійка з потенціометром і шківом кріпляться гвинтами до робочої підставки-пластини на кінцях робочої труби і труби протываги;
- проводиться підключення потенціометра до універсального цифрового приладу В7-21 і джерела живлення згідно схеми (рис. 3.4), заздалегідь встановивши режим роботи цифрового приладу на вимірювання опору і його межі (200 Ом);

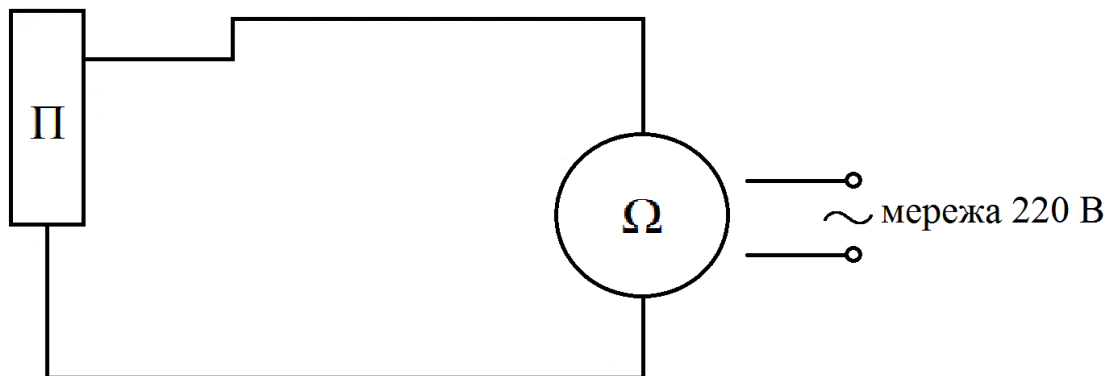


Рис. 3.4 – Електрична схема підключення потенціометра:

П – потенціометр;  
 Ω – омметр цифровий.

- встановлюється поплавковий датчик в робоче положення у відповідності з рекомендаціями п. 3.3.

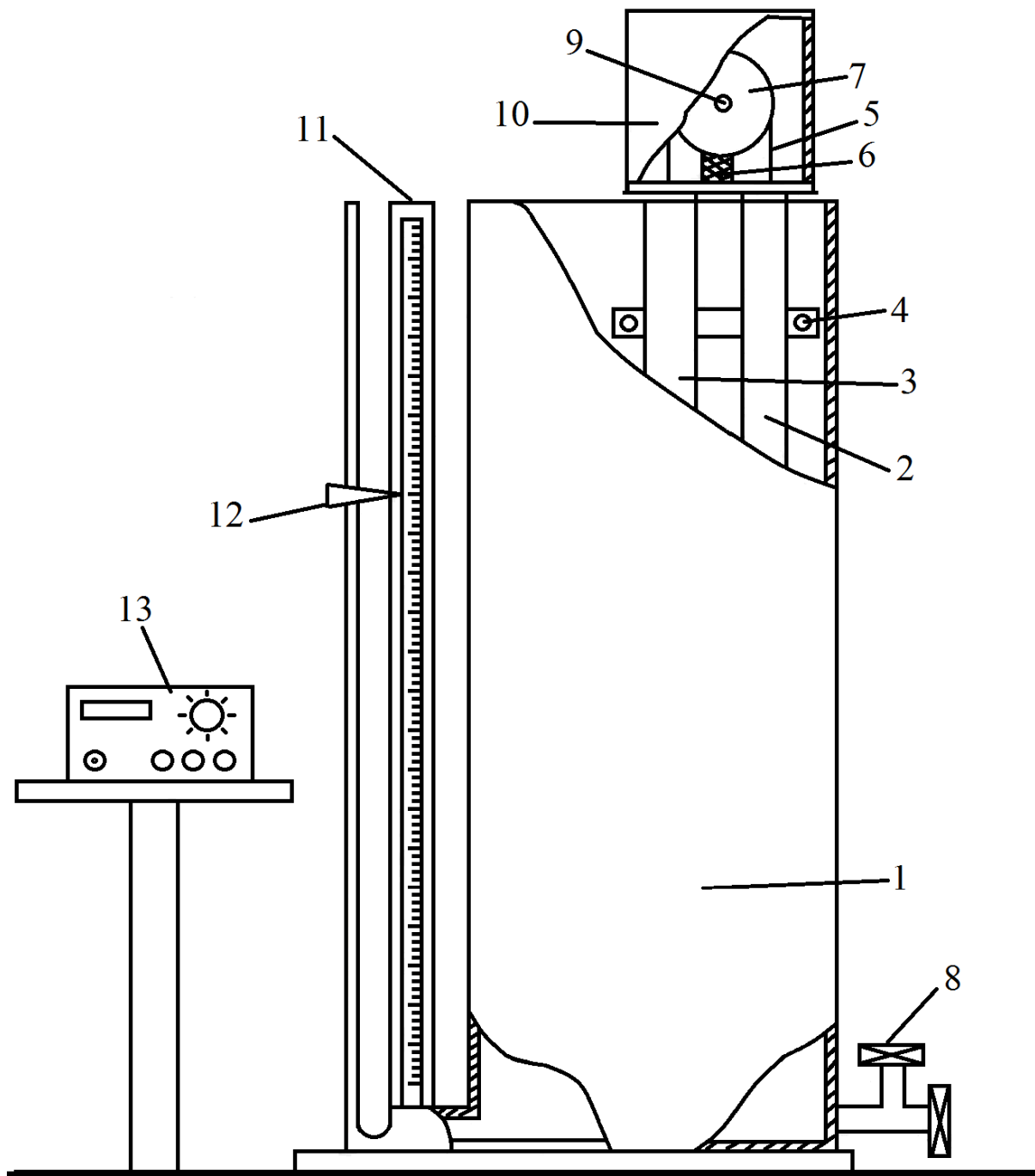


Рис. 3.3 – Пристрій для градуювання дистанційних рівномірів:

- |   |                                   |    |                              |
|---|-----------------------------------|----|------------------------------|
| 1 | корпус бака;                      | 8  | вентиль для наповнення баку; |
| 2 | труба противаги;                  | 9  | вісь потенціометра;          |
| 3 | робоча труба;                     | 10 | кожух приладу;               |
| 4 | хомути для закріплення;           | 11 | водомірна трубка;            |
| 5 | робочий трос;                     | 12 | мікровимірювач рівня води;   |
| 6 | стойка закріплення потенціометра; | 13 | цифровий прилад.             |
| 7 | робочий шків;                     |    |                              |

2. Встановлюється режим наповнення тарувального бака, за допомогою вентиля 8 (рис. 3.3). Рекомендований інтервал зміни рівня в баку від 10 см до 12,5 см. Контроль за положенням водної поверхні здійснюється по мікровимірвачу рівня 12 (рис. 3.3).

Градуювання починаються з нульової позначки рівня при збільшенні його в баку на 10-12,5 см. При кожній зміні рівня фіксується умовний рівень в см і відповідне значення опору в омах, а точність до десятих часток (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Дані градування дистанційного вимірника рівня води (потенціометр № 1287721)

№ п/ч	Значення умовного рівня, см	Значення опору потенціометра, Ом
1	2	3
1	0	1,3
2	12,5	13,5
3	25,0	26,1

Після досягнення умовного рівня 200 см процедура повторюється при режимі випорожнення градуювального бака.

3. На основі даних градування (табл. 3.2) будується градувальна крива (рис. 3.5), масштаби на графіку для рівнів і опорів приймаються однаковими, що дає можливість контролювати кут нахилу градувальної залежності і інтерпретувати показники цифрового приладу.

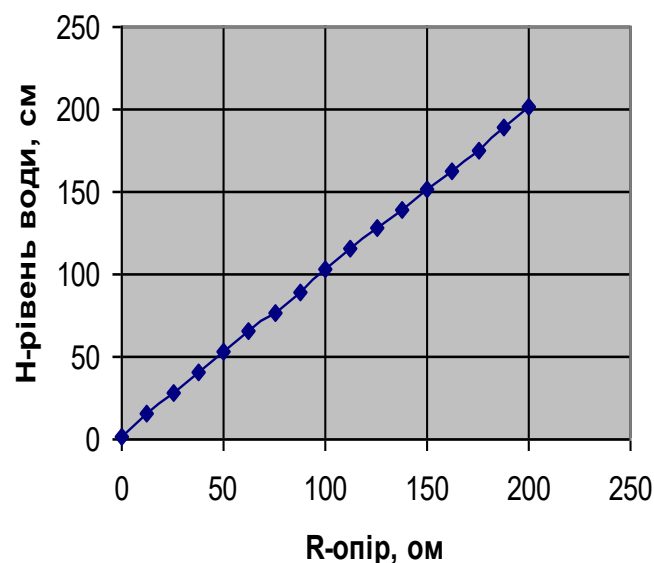


Рис. 3.5 – Градувальна крива

Градувальна таблиця має вигляд табл. 3.3. У першому стовпці наводяться значення  $R$  з точністю до цілих значень, а десяті частки опору  $R$  вказуються в підзаголовку таблиці. Значення рівнів  $H$  з точністю одного знаку після коми виписуються в таблицю через кожен десяту Ом на відповідному перетині горизонтальних рядків і вертикальних стовпців таблиці.

Таблиця 3.3 – Форма градувальної таблиці

$R$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0									
1									
2									
3									
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.5 Контрольні питання

1. Яке призначення дистанційних водомірних постів?
2. Якими комплектуючими часинами оснащується ДРВП?
3. Який чутливий елемент датчика рівня використано в ДРВП?
4. Які перетворювачі складають комплект ДРВП?
5. Діапазон рівня води, який може фіксуватися ДРВП.
6. Як забезпечити роботу ДРВП у зимових умовах?
7. Яка точність визначення рівня води за допомогою ДРВП і від чого вона залежить?
8. З чого складається пристрій для градування ДРВП?
9. У чому полягає технологічний цикл градування ДРВП?
10. Які дані отримують в процесі градування ДРВП і у якій формі вони подаються?

### 3.6 Реалізація практичної роботи 3

#### 3.6.1 Склад завдання

Практична частина цього завдання складається з наступних задач:

- 1 – вивчення інструкції по використанню ДРВП;
- 2 – зробити відповіді на контрольні питання;
- 3 – зробити збірку ДРВП;
- 4 – виконати градування ДРВП (описати послідовність процесу);
- 5 – виконати обробку даних градування (побудувати градувальний графік і розрахувати градувальну таблицю).

### 3.6.2 Рекомендації по виконанню завдання

1. Уважно вивчити матеріал по призначенню дистанційного пристрою, його устрою, експлуатації і градуюванню.

2. Відповісти на контрольні питання.

3. Зробити план складання ДВРВ (опишіть його) і по цьому плану здійснюйте його складання.

4. Скласти план градуювання ДВРВ (опишіть його) і по цьому плану виконайте градуювання (опишіть процес градуювання).

Дані градуювання (середні значення з показників при заповненні і опорожненні градуювального баку) наведені по варіантах в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Дані градуювання ДВРВ по варіантах

№ п/ч	H, см	R, Ом							
		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8
1	0	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3	1,3	1,2	1,3
2	12,5	14,7	14,5	13,5	12,8	15,0	12,4	12,9	12,8
3	25,0	25,7	27,3	26,1	25,0	28,3	24,9	26,0	26,7
4	37,5	39,1	39,4	38,8	38,3	40,4	37,6	38,4	39,1
5	50,0	51,2	52,1	51,9	50,9	52,8	50,2	54,0	52,9
6	62,5	63,9	64,6	64,3	63,5	64,9	62,6	63,1	63,4
7	75,0	76,3	77,0	76,6	75,9	77,3	75,2	77,2	76,9
8	87,5	88,9	89,1	89,0	88,5	89,6	87,8	88,4	89,1
9	100,0	101,4	101,9	101,6	101,0	102,4	100,5	102,3	102,4
10	112,5	114,2	114,3	113,9	113,5	114,9	113,0	114,9	115,0
11	125,0	126,9	127,2	126,5	126,1	127,7	125,5	127,3	126,5
12	137,5	138,8	139,1	139,0	138,3	139,5	137,7	139,1	138,7
13	150,0	152,0	151,4	151,9	151,1	151,3	150,3	152,2	153,0
14	162,5	163,7	162,9	164,1	163,4	163,0	162,8	164,1	163,8
15	175,0	176,3	175,7	176,4	176,1	175,5	175,7	176,3	176,5
16	187,5	188,5	189,1	188,7	188,3	189,4	187,7	188,5	188,7
17	200,0	200,4	201,0	201,0	200,6	201,0	200,2	202,7	201,7

По даних табл. 3.4 будується тарувальна крива на міліметровому папері формату А4 (рис. 3.5). Лінія на графіку наводиться осередненою.

По матеріалах, одержаних з тарувальної кривої аналогічно градуювальній таблиці гідрометричного млинка складається таблиця за рекомендованою формою (табл. 3.3). Порядок складання градуювальної таблиці розглядається вище.

Побудована таблиця дає можливість по даних опору (Ом), одержаних з цифрового прибору, здійснити вхід в систему рівнів з точністю до 0,1 см.

## 4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ГІДРОМЕТРИЧНИХ РОБІТ

### 4.1 Розрахунки характеристик їздового тросу, який використовують при гідрометричних роботах з човна

#### 4.1.1 Основні показники і їх визначення

Розрахунок характеристик їздового тросу, який використовується для гідрометричних робіт, здійснюють для визначення обставин, що виключають небезпечні умови праці на гідростворі. В якості характеристик їздового тросу, який використовується для промірних робіт та вимірів витрат води, розглядаються міцність тросу, його маса та натяг тросу.

1) Міцність металевого тросу (синтетичного канату) – це здатність його витримувати певне навантаження. Розрізняють два виду міцності тросу (канату): робочу та розривну [3,9].

*Робоча міцність* визначається натягом, який трос або канат витримують на протязі тривалого періоду часу.

*Розривна міцність (натуга)* визначається натягом, при якому трос або канат розривається. На практиці робоча міцність приймається рівною 1/6 розривної.

Робочу міцність тросу (канату) можна розрахувати за наступною формулою в кг

$$\rho = kc^2, \quad (4.1)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що залежить від матеріалу;

$c$  – довжина кола тросу ( $c = 2\pi r$ ).

Значення  $k$  для троса сталевого жорсткого прийнято 0.8, а для гнучкого – 0.65.

Для оцінки розривної міцності значення  $k$  у формулі (4.1) відповідно береться рівним 4.8 і 4.0. Значення коефіцієнта для рослинних та нейлонових канатів надані в §16 [9].

2) Маса тросу – це маса 1 м тросу в кг. Вона може бути розрахована при заданих умовах за формулою

$$q = 0.03c^2, \quad (4.2)$$

де  $c = 2\pi r$ .

3) Розрахунки натягу їздового тросу для роботи з човна, що закріплений на ньому, можна виконати за допомогою такої формули [3, 9]



$$z = \frac{QL}{4f} + \frac{qL^2}{8f}, \quad (4.3)$$

де  $L$  – відстань між опорами;

$q$  – вага 1 п.м. тросу;

$f$  – стріла провису тросу в м, що дорівнює 1.10 м;

$Q$  – вага скупченого вантажу (навантаження від човна);

Опір, якого зазнає човен, що передається у вигляді навантаження на трос, визначається за формулою

$$Q = kSv^2, \quad (4.4)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що дорівнює 0.35;

$S$  – змочена поверхня човна;

$v$  – швидкість течії.

Величина змоченої поверхні човна може бути визначена за формулою

$$S = T(2H + aB), \quad (4.5)$$

де  $T$  – довжина човна;

$H$  – осадка човна;

$B$  – ширина човна;

$a$  – коефіцієнт форми човна, що дорівнює 0,83.

#### 4.1.2 Контрольні питання

1. Що розуміється під поняттям «міцність тросу»?
2. Що таке «робоча міцність тросу»?
3. Що таке «розривна міцність тросу»?
4. Яке співвідношення між робочою та розривною міцністю тросу існує на практиці?
5. Від чого залежить навантаження на трос (опір) під дією човна?
6. Якими параметрами визначається змочена поверхня човна?
7. З якими значеннями показників тросу пов'язують утворення небезпечних умов праці на тросовій переправі?

## 4.2 Реалізація практичної роботи 4

До того, як розпочати розрахункову частину роботи, необхідно вивчити теоретичну частину цього завдання, §16 [9], а також визначитися з

контрольними питаннями.

#### 4.2.1 Склад завдання

1. Відповісти на контрольні питання.
2. Виконати розрахунки міцності металевго тросу (робочу та розривну).
3. Виконати розрахунки маси тросу.
4. Виконати розрахунки натягу їздового тросу.
5. Зробити висновки за результатами отриманих даних.

#### 4.2.2 Вихідні дані і приклад визначення розрахункових показників практичної роботи

Вихідні дані по варіантах наведені у табл. 4.1, а нижчим рядком (б/н) наведені дані прикладу, що розглядається.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

№ варіанту	Вид сталевго тросу	Діаметр, мм	Довжина човна, м	Ширина човна, м	Осадка човна, м	Відстань між опорами, м	Швидкість течії, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
1	жорсткий	6	3.8	1.3	0.30	150	0.60
2	жорсткий	8	4.0	1.2	0.35	160	0.65
3	жорсткий	10	4.2	1.4	0.25	170	0.70
4	гнучкий	6	3.9	1.3	0.30	180	0.75
5	гнучкий	8	4.1	1.4	0.25	185	0.80
6	гнучкий	10	4.3	1.5	0.35	190	0.85
б/н	жорсткий	6	3.80	1.20	0.25	185	0.85

Порядок розрахунків у цьому прикладі приведений згідно пунктам завдання.

1) Пункт 2 завдання. Міцність тросу поділяється на робочу та розривну і розраховується за формулою (4.1), в якій коефіцієнт  $k$  береться відповідно до виду тросу і типу міцності (в нашому випадку це 0.8 і 4.8).

$$\text{Робоча міцність } \rho = kc^2 = 0.8 \cdot (2 \cdot 3.14 \cdot 3)^2 = 284 \text{ кг.}$$

$$\text{Розривна міцність } \rho = kc^2 = 4.8 \cdot (2 \cdot 3.14 \cdot 3)^2 = 1704 \text{ кг.}$$

2) Пункт 3 завдання. Маса тросу визначається за формулою (4.2), в якій параметр  $c$  має теж саме значення, що і в попередньому пункті, але береться в см;

$$q = 0.03 \cdot c = 0.03 \cdot (2 \cdot 3.14 \cdot 3)^2 = 0.11 \text{ кг.}$$

3) Пункт 4 завдання. Розрахунок натягу їздового тросу для роботи з човна виконується у такій послідовності:

а) визначається змочена поверхня човна за формулою (4.5)

$$S = T(2H + aB) = 3.8 \cdot (2 \cdot 0.25 + 0.83 \cdot 1.2) = 5.70 \text{ м}^2;$$

б) навантаження на трос за рахунок дії на нього човна розраховується за формулою (4.4)

$$Q = kSv^2 = 0.35 \cdot 5.70 \cdot 0.85^2 = 1.44 \text{ кг.}$$

в) натяг тросу  $z$  розраховується за формулою (4.3)

$$z = \frac{QL}{4f} + \frac{qL^2}{8f} = \frac{1.44 \cdot 185}{4.40} + \frac{0.11 \cdot 185^2}{8.80} = 60.5 + 427.8 = 488 \text{ кг.}$$

4) Пункт 5 - Висновки. Порівнюючи одержані результати розрахунків при заданих умовах, слід відзначити, що робоче навантаження на трос (488 кг) перевищує робочу міцність тросу (284 кг) в 1.72 разу та в 3.5 разу нижче розривної міцності.

Такий стан можна бути прийняти при не довгостроковій експлуатації тросової переправи і доброму стані тросу, але при екстремальних умовах у водному режимі обставини на переправі стануть небезпечні. Тому необхідно на цьому створі встановити більш міцний трос, характеристики якого визначаються за допомогою розрахункових рівнянь наведених вище.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Карасев И.Ф., Васильев А.В., Субботина Е.С. Гидрометрия. –Л.: Гидрометеоздат, 1991.
2. Васильев А.А, Шмидт С.В. Водно-технические изыскания. – Л.: Гидрометеоздат, 1987.
3. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия. – Л.: Гидрометеоздат, 1983.
4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6, ч.1 – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 376 с.
5. Наставление гидрологическим станциям и постам. Вып. 6, ч.2 – Л.: Гидрометеоздат, 1972.
6. Правила измерения расхода жидкости при помощи стандартных водосливов и лотков. – М.: Изд-во Стандартов, 1977.
7. Описание дистанционного водомерного поста. – Л.: 1989.
8. Колодєєв Є.І., Чернов М.І., Швєбс О.Г. Лабораторний практикум з гідрометрії. – Одеса, 2004.
9. Шмідт С.В. Техника безопасности при гидрологических работах. – Л.: Гидрометеоздат, 1964. – 176 с.

## **ДОДАТОК А**

Таблиця А.1 – Коефіцієнти шорсткості річкових русел і заплав

Коеф. шорст. $n_0$	А. Рівнинні річки
0,020	Прямолінійні русла каналізованих річок в твердих ґрунтах з тонким шаром змулених відкладів.
0,025	Природні земляні русла в сприятливих умовах, чисті, прямі, зі спокійною течією води.
0,030	Гравійно-галечникові русла в тих же умовах.
0,040	Відносно чисті русла постійних водотоків з невеликими відхиленнями від напряму струменів, нерівностями дна і берегів та переміщенням донних наносів.
0,050	Значно засмічені великі та середні річки, частково вкриті рослинністю або кам'янисті з неспокійною течією. Чисті русла тимчасових водотоків.
0,065	Скелясті русла великих та середніх річок. Русла тимчасових водотоків, засмічені та з водною рослинністю.
0,080	Річкові русла зі значними заростями, вимоїнами та нерівностями дна і берегів.
0,100	Русла річок дуже зарослі, засмічені стовбурами дерев та валунами.
0,140	Річки болотного типу (зарості, купини, в значних місцях майже стояча вода).

Продовження табл. А.1

Коеф. шорст. $n_0$	Б. Напівгірські і гірські річки
0,025	Штучні відводи русел, висічені у скелі.
0,030	Гравійно-галечникові русла зі сприятливими умовами (чисті, прямі).
0,040	<p style="text-align: center;"><math>I=0,8-1,0\%</math></p> Земляні русла тимчасових водотоків (сухих балок) зі сприятливими умовами. Правильні, добре розроблені галечникові русла в їх нижній частині (ділянці).
0,050	<p style="text-align: center;"><math>I=3,0-7,0\%</math></p> Значно засмічені кам'яні з бурхливою течією. Тимчасові водотоки з руслом з великого галечника.
0,065	<p style="text-align: center;"><math>I=7,0-15,0\%</math></p> Галечниково-валунні русла з бурхливою течією. Засмічені тимчасові водотоки.
0,080	<p style="text-align: center;"><math>I=15,0-20,0\%</math></p> Валунні русла у середній та верхній частинах басейну і тимчасові водотоки з бурхливою течією та збуреною водною поверхнею.
0,100	<p style="text-align: center;"><math>I=50,0-90,0\%</math></p> Русла водоспадного типу переважно у верхів'ях з коритом із великих валунів та з бурхливою течією.
0,200	<p style="text-align: center;"><math>I=90,0-200\%</math></p> Русла із завалами з валунів та уламків скель.

Продовження табл. А.1

Коеф. шорст. $n_0$	В. Заплава
0,025	Рівна чиста заплава з низькою травою, яка не має сільськогосподарського використання.
0,030	Рівна заплава з полем без посівів та пасовищем з низькою травою.
0,040	Рівна заплава, зайнята стиглими польовими культурами, пасовищем з високою травою та зрубамі без пагінців, невелика кількість старорічищ та мілких проток.
0,050	Заплава з рідкими чагарниками і деревами (навесні без листя), перерізана старорічищами.
0,065	Заплава з рідкими чагарниками з листям або зрубамі із заростями.
0,080	Заплавини, вкриті чагарником середньої та великої гущини (навесні без листя).
0,100	Заплавини з лісом при рівнях нижче гілок і чагарниками середньої та великої гущини з листям.
0,140	Заплавини з лісом при затопленні гілок та з густим вербняком.
0,200	Дуже зарослі, важко прохідні заплавини тайгового типу.



## Варіанти початкових даних

### Варіант 1

р. Завадка – с. Міжгір'я, 13.VIII.1975 р.  
РВВ 8-9.VI.1969 р.,  $F = 92,0 \text{ км}^2$

Таблиця А.2 – Поздовжній профіль

Створ		Н/С				С/С			В/С
відстань від пост. початку		0,0	28,0	52,0	92,0	115	191	227	252
позначка, м, умов.	Робочий рівень	6,79	7,02	7,14	7,33	7,43	7,36	7,93	8,08
	РВВ	8,10				8,78			9,52

Таблиця А.3 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	10,71	0,0	10,54	0,0	9,64
12,0	9,84	4,3	9,74	8,0	9,08
20,0	9,69	8,0	8,78	16,0	8,49
33,5	8,42	12,0	8,72	20,0	8,10
37,0	7,87	18,0	8,17	22,7	6,64
38,0	7,80	19,0	7,32	24,0	6,56
40,0	7,76	21,0	7,14	26,0	6,57
41,0	7,71	27,0	7,12	28,0	6,55
42,0	7,68	29,0	7,02	30,0	6,60
44,0	7,74	31,0	7,06	32,0	6,55
45,0	7,80	35,0	6,56	34,0	6,60
47,0	7,83	37,0	6,98	36,0	6,60
48,0	7,78	40,0	7,04	38,0	6,61
49,0	7,82	41,0	7,32	40,0	6,58
51,0	7,90	42,5	8,78	42,0	6,64
52,1	8,08	46,5	10,04	44,0	6,68
53,3	8,55/9.85			45,5	6,80
				53,0	9,91

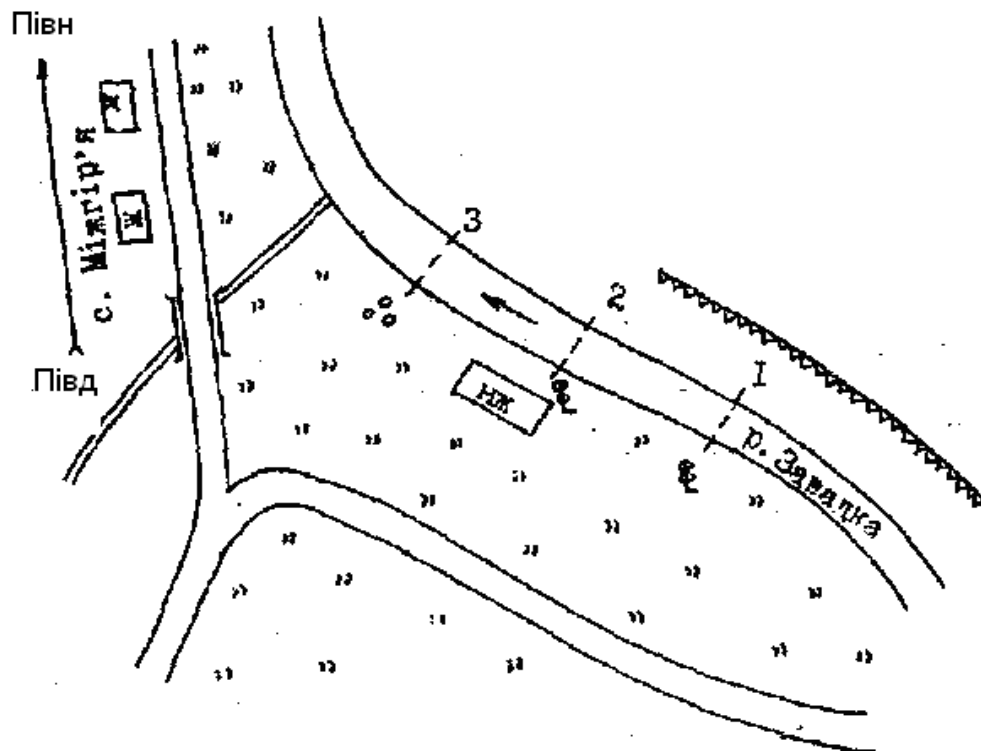


Рис. А.1 – Схема ділянки р. Завадки біля с. Міжгір'я

#### Опис ділянки р. Завадки біля с. Міжгір'я

Ділянка р. Завадки розташовується біля с. Міжгір'я в 50 м вище впадіння лівобережного притоку (струмка). Русло річки на ділянці прямолінійне, довжиною 0,25 км. В місті впадіння струмка річка повертає праворуч на 90°.

Русло річки відносно стійке, складене великою галькою та камінням середньої величини. Ширина русла на ділянці змінюється від 22 м до 30 м, глибини розподілені відносно рівномірно. Береги круті: висота лівого берега до 15 м, правий високий, переходить в схил долини.

Заплава лівобережна, суха, з лучною рослинністю, вздовж бровки берега ростуть окремі дерева.

Варіант 2

р. Стрий – с. Н. Кропивник, 17.VIII.1975 р.  
РВВ 7.VIII.1975р.,  $F = 1070 \text{ км}^2$

Таблиця А.4 – Поздовжній профіль

Створ		В/С Н/С									
відстань від пост. початку		0,0	69	175	224	246	349	363	432	512	600
позначка, м, умов.	Робочий рівень	4,15	3,89	3,82	3,74	3,68	3,62	3,60	3,58	3,57	3,56
	РВВ	6,54		5,75						5,68	

Таблиця А.5 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	6,99	0,0	7,92	0,0	7,06
9,8	6,42	10,0	7,02	17,8	6,61
11,8	6,06	24,0	6,46	22,8	6,53
19,6	4,99	30,5	5,69	31,8	5,54
22,0	5,00	55,0	6,87	33,8	4,69
29,4	4,07	66,0	6,31	46,2	3,63
38,2	3,97	68,0	4,68	48,9	3,47
41,8	4,07	76,0	4,05	52,9	3,51
47,4	3,88	79,0	3,54	58,9	3,28
54,4	3,94	85,0	3,21	64,8	2,98
56,2	3,81	90,0	3,34	70,9	2,50
65,4	3,78	96,0	3,43	76,9	2,01
71,4	3,58	98,0	3,09	82,9	2,45
85,4	3,66	100	3,19	88,9	2,52
86,0	4,05	106	4,51	94,9	2,92
91,6	4,77	110	5,99	97,6	3,57
94,2	6,04	112	6,85	99,3	5,26
95,2	6,94			102	6,76
				105	8,26

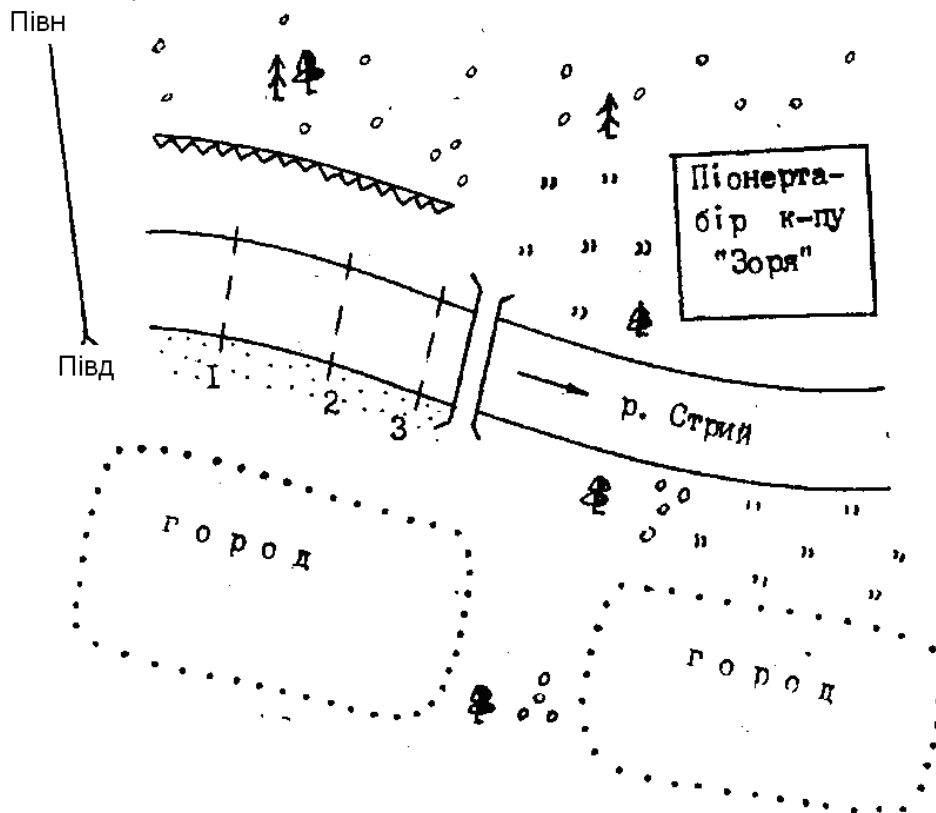


Рис. А.2 – Схема ділянки р. Стрий біля с. Н. Кропивник

#### Опис ділянки р. Стрий біля с. Новий Кропивник

Ділянка р. Стрий розташовується в 1,0 км вище села Новий Кропивник. Ділянка русла довжиною 1,5 км пряма, на кінцях її є завороти.

Лівий берег – корінний, крутий, місцями стрімкий. Правий – має заплаву шириною до 20 м, над якою підіймається надзаплавна тераса.

Корито річки складено галькою та камінням середньої величини. Інколи в кориті зустрічаються валуни. Лівий берег складений великим камінням, галькою та піском, місцями порослий чагарником.

У верхній частині ділянки глибини 30-50 см, течія бурхлива, в нижньому створі – біля містка, на плесі, глибини збільшуються до 1,0 м, течія стає спокійною.

Варіант 3

р. Головчанка – с. Плаве, 8.VIII.1975 р.  
РВВ 8-9.VI.1969 р.,  $F = 82,0 \text{ км}^2$

Таблиця А.6 – Поздовжній профіль

Створ		В/С				С/С				Н/С			
відстань від пост. початку		0,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100	120	140	160	180	200	
позначка, м, умов.	Робочий рівень	9,81	9,67	9,56	9,38	9,27	9,08	9,06	9,02	8,98	8,87	8,75	
	РВВ	10,43				10,04				9,72			

Таблиця А.7 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	11,54	0,0	11,49	7,6	10,22
16,0	10,89	18,0	10,33	9,6	9,47
25,0	9,82	21,0	9,95	11,5	8,87
27,0	10,09	25,0	9,27	12,0	8,49
28,0	9,56	25,2	9,06	13,0	8,62
30,0	9,24	26,0	8,68	14,0	8,59
31,0	9,11	28,0	8,67	15,0	8,57
32,0	9,22	29,0	8,86	17,0	8,55
33,0	9,21	30,0	8,58	19,0	8,57
34,0	9,16	31,0	8,61	22,0	8,57
35,0	9,14	32,0	8,60	23,0	8,59
36,0	9,21	33,0	8,58	24,0	8,63
37,0	9,18	34,0	8,69	25,0	8,64
39,0	9,36	35,0	8,70	26,0	8,87
39,5	9,89	36,0	8,76	27,0	9,17
39,8	10,82	36,9	10,51	30,5	9,74
				34,5	11,2

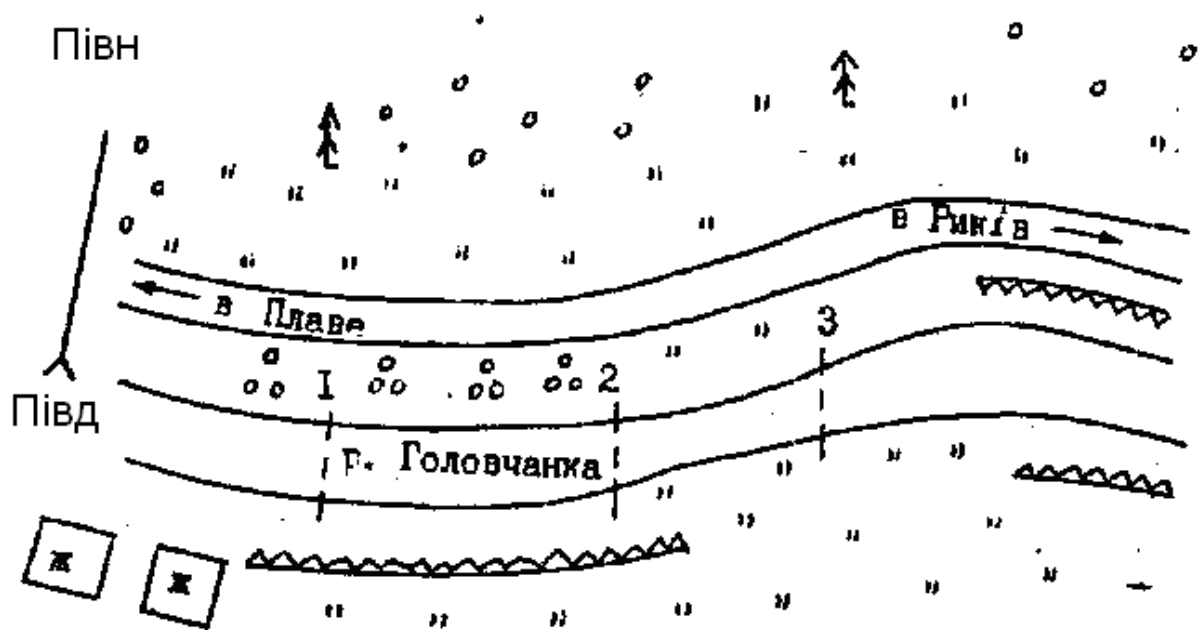


Рис. А.3 – Схема ділянки р. Головчанка біля с. Плаве

#### Опис ділянки р. Головчанка біля с. Плаве

Ділянка розташована між селами Плаве і Риків у 0,31 км нижче злиття річок Бринівка і Вадрувка. Має довжину 0,2 км, пряма з чергуванням слабо виявлених плесів і перекатів.

Русло річки складено галькою та камінням середньої величини, стійке. Берегова деформація на ділянці відсутня. Ширина русла на ділянці змінюється від 10 до 15 м. Дно рівне, глибини по ширині корита змінюються незначно і в період обстеження не перевищували 0,5 м.

Береги річки невисокі. Лівий берег має лучну рослинність, поверхня заплави рівна, шириною до 15 м. Правий берег зарослий чагарником та деревною рослинністю майже на протязі усієї ділянки.

Варіант 4

р. Опор – с. Тухля, 7.VIII.1975 р.  
РВВ 8-9.VI.1969 р.,  $F = 397 \text{ км}^2$

Таблиця А.8 – Поздовжній профіль

Створ		В/С					С/С					Н/С	
відстань від пост. початку		0,0	40,0	80,0	120	160	200	240	281	329	373	395	
позначка, м, умов.	Робочий рівень	5,07	4,35	4,06	3,79	3,66	3,61	3,58	3,12	3,02	2,90	2,84	
	РВВ	6,32					4,86					4,28	

Таблиця А.9 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	8,10	0,0	9,09	0,0	8,22
14	5,08	12,0	7,41	6,0	6,42
18	5,25	23,9	5,71	11,0	4,82
34	4,44	36,5	5,42	13,0	4,87
95	4,28	44,0	5,16	18,0	4,67
111	4,37	55,5	5,19	25,0	4,68
119	4,21	64,0	5,19	29,0	4,27
127	3,77	72,6	4,78	43,0	4,27
139	3,59	106	3,46	47,0	4,71
143	3,92	136	4,42	61,4	5,83
160	4,11	142	6,68	73,4	6,34
165	5,24	150	6,80	85,4	6,83
187	4,45	158	6,84	105	6,52
202	2,25	169	6,90	125	6,70
258	2,72	180	8,06	145	5,60
264	5,53			163	6,50
				174	7,59
				177	8,57

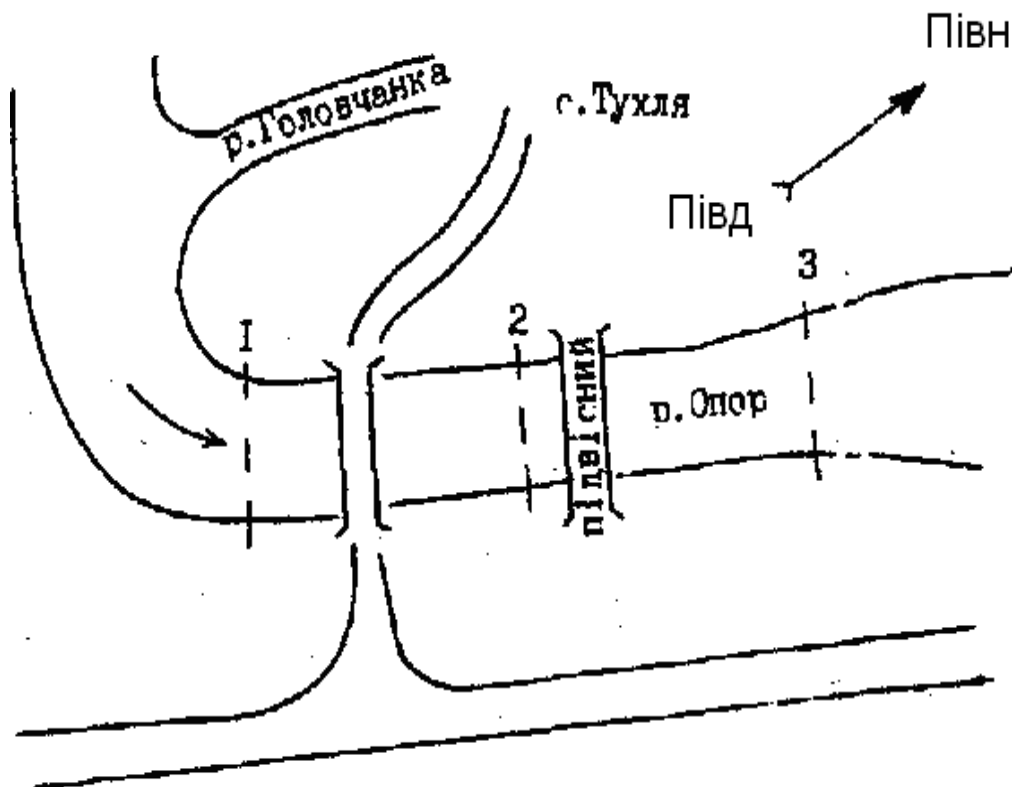


Рис. А.4 – Схема ділянки р. Опор біля с. Тухля

#### Опис ділянки р. Опор біля с. Тухля

Ділянка розташована на південній околиці с. Тухля в 0,4 км вище впадіння правої притоки р. Либохора. Ділянка пряма, має довжину 0,4 км. Ширина русла змінюється від 30 до 40 м. Правий берег крутий, заввишки 1,5-2,0 м над меженним рівнем води, має розливи на протязі усієї ділянки. Ділянка розташована на плесі. Максимальна глибина русла в період обстеження 1,1-1,2 м, середня – 0,7 м.

Дно русла складають велике каміння та галька. Заплава річки двохбічна, вузька, забудована будинками, зайнята містами, шосейним шляхом. Поверхня заплави нерівна, горбиста, частково з луком.



Варіант 5

р. Опор – с. Славське, 8.VIII.1975 р.  
РВВ 8-9.VI.1969 р.,  $F = 160 \text{ км}^2$

Таблиця А.9 – Поздовжній профіль

Створ		Н/С		С/С			В/С	
відстань від пост. початку		0,0	12,7	27,8	39,8	62,5	80,7	96,8
позначка, м, умов.	Робочий рівень	6,39	6,43	6,56	6,67	6,78	6,88	6,95
	РВВ	8,20		8,41			8,76	

Таблиця А.10 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	8,50/8,13	0,0	8,82	0,0	9,00/8,42
55,0	7,45	1,0	8,22	49,0	7,76
101	8,18	74,0	7,43	139	7,02
116	6,78	94,8	9,72	145	6,94
123	6,32	142	8,29	152	6,74
129	6,02	150	8,04	159	6,80
133	5,92	158	6,38	165	6,72
138	6,39	167	6,35	168	6,40
143	9,61	172	6,36	172	6,95
		182	6,67	185	9,10
		209	8,88		

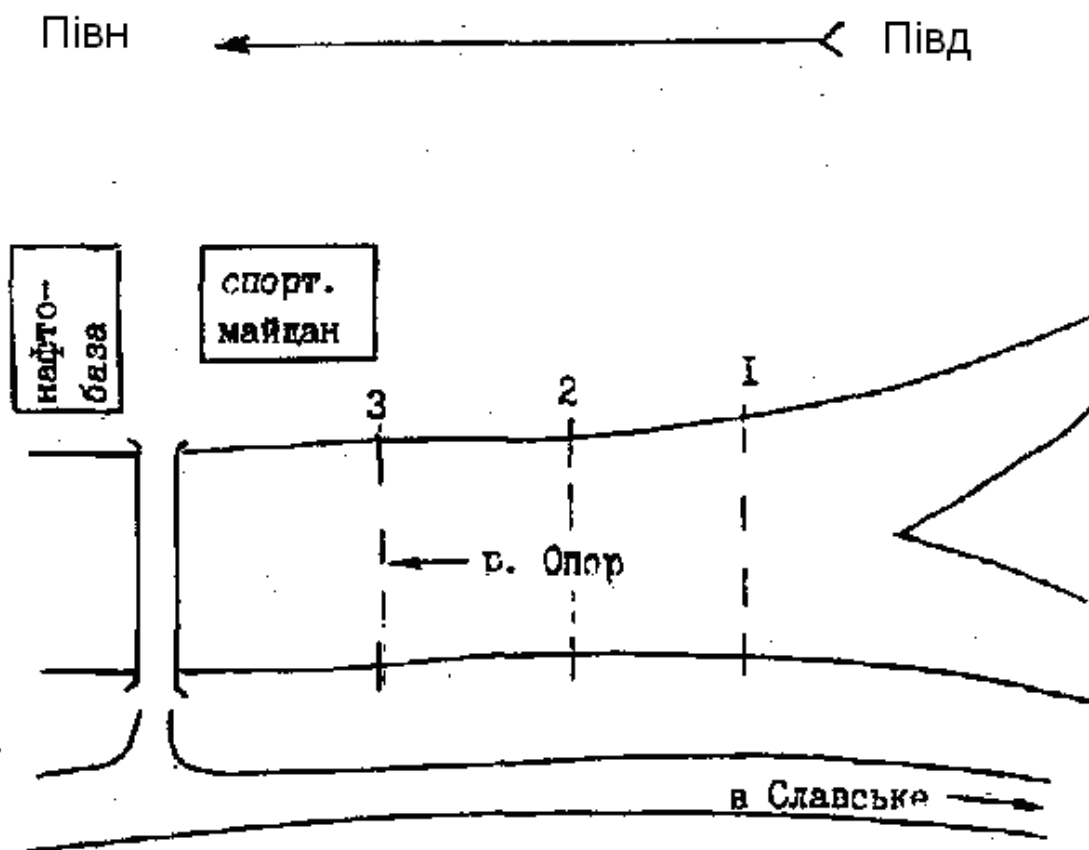


Рис. А.5 – Схема ділянки р. Опор біля с. Славське

#### Опис ділянки р. Опор біля с. Славське

Ділянка розташована на північній околиці с. Славське на 0,2 км нижче гирла р. Славки. Впродовж 0,3 км рівна, шириною головного русла 20 м. Лівий берег крутий, порослий рідким чагарником та деревами. Бровка правого берега нерівна, є позначки вигортання гальки з русла. Корито річки складає галька та каміння середнього розміру. Валуни зустрічаються рідко. На лівому березі русло річки переходить в крутий схил долини.

Заплава на ділянці правобережна, поверхня її відносно рівна, суха, використовується під городи.

Варіант 6

р. Гнила – с. Н. Висоцьке, 17.VIII.1975 р.  
РВВ 7.VI.1975 р.,  $F = 132 \text{ км}^2$

Таблиця А.11 – Поздовжній профіль

Створ		В/С		С/С				Н/С		
відстань від пост. початку		0,0	10,0	27,0	41,0	55,4	69,2	82,8	94,3	110
позначка, м, умов.	робочий рівень	4,91	4,87	4,82	4,61	4,50	4,45	4,38	4,22	4,14
	РВВ	6,92		6,37				6,24		

Таблиця А.12 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	7,25	0,0	6,50/5,10	0,0	6,60/5,89
8,0	5,41	13,0	4,45	8,0	5,80
12,0	4,97	14,0	4,32	10,9	4,69
16,0	5,16	15,0	4,32	13,0	4,45
17,4	4,92	16,0	3,86	15,0	3,98
24,0	4,91	17,0	4,15	16,0	4,04
25,0	4,87	18,0	4,32	18,0	3,98
26,0	4,63	19,5	4,28	19,0	3,85
27,0	4,44	21,4	4,48	20,0	3,89
28,0	4,35	34,4	4,99/6,80	21,0	3,87
29,0	4,50			22,0	4,07
30,0	4,69			23,0	3,88
31,0	4,67			24,0	40,4
32,0	5,52			28,0	4,14
33,0	6,45			31,0	4,34/5,72
35,8	7,17			35,0	6,10
				36,5	5,80
				42,4	6,60

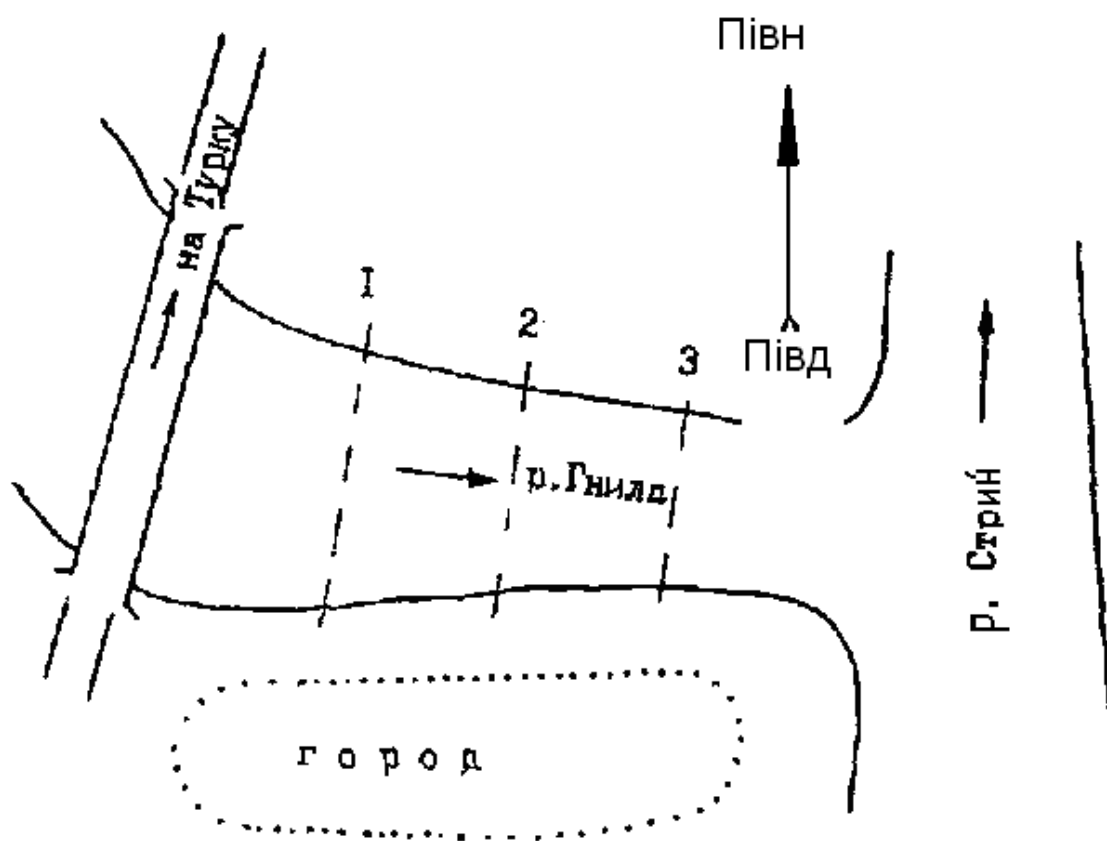


Рис. А.6 – Схема ділянки с. Гнила біля с. Н. Висоцьке

#### Опис ділянки р. Гнила біля с. Н. Висоцьке

Ділянка довжиною 0,4 км розташована на північній околиці с. Н. Висоцьке, нижче автошляхового мосту. Лівий берег крутий. Він поступово трансформується у корінний берег долини. Правий – пологий, частково являє собою вал височиною до 4 м. Шари сланців лівого берегу складають своєрідне кам'янисте корито лівої частини головного русла. Права частина русла галечникова з включенням каміння середнього розміру. Корито русла нерівне. Заплава правобережна шириною до 10 м зайнятагородами та луком.

Варіант 7

р. Бутивля – с. Коростів, 9.VIII.1975 р.  
РВВ 8-9.VI.1969 р.,  $F = 79,4 \text{ км}^2$

Таблиця А.13 – Поздовжній профіль

Створ		В/С		С/С				Н/С	
відстань від пост. початку		0,0	19,5	36,0	47,0	64,0	83,0	100	126
позначка, м, умов.	робочий рівень	3,15	2,81	2,73	2,57	2,49	2,44	2,37	2,30
	РВВ	5,92		5,62				4,73	

Таблиця А.14 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	6,25	0,0	5,74/5,03	0,0	4,69
29,4	5,36	53,6	5,00	37,0	4,04
61,8	4,84	56,8	2,57	81,0	3,56
80,0	3,23	60,0	2,15	82,0	3,90
82,0	3,15	62,0	2,03	85,5	2,30
86,0	2,93	66,0	2,05	91,0	2,12
90,0	2,64	68,5	2,58	92,8	2,30
94,0	2,62	73,0	4,81	95,0	2,22
98,0	3,15/4,76	117	4,23	99,0	2,14
114	4,53	164	5,39/6,10	103	2,00
198	6,11			105	2,30
				109	2,88
				111	4,02
				134	3,67/5,10

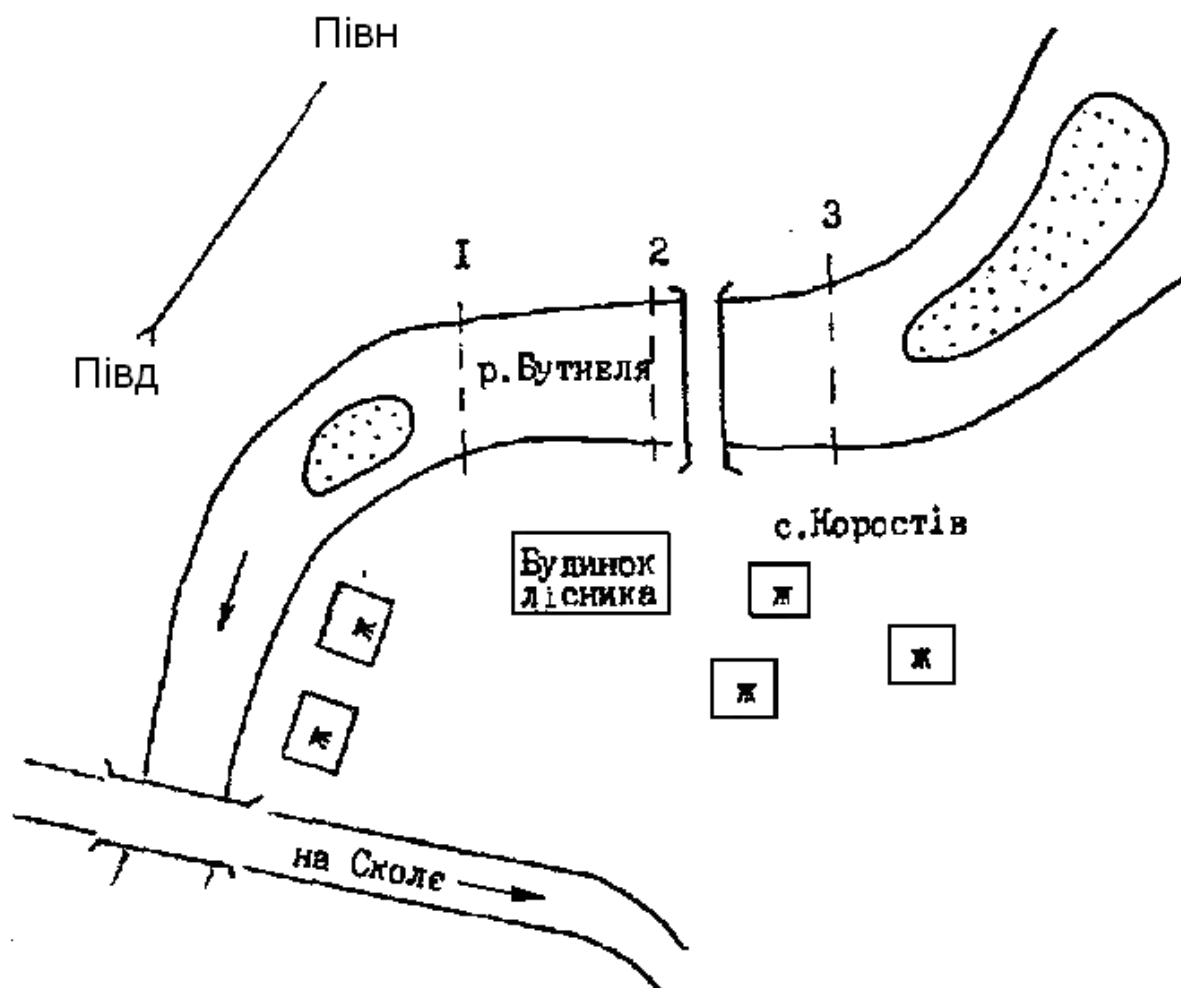


Рис. А.7 – Схема ділянки р. Бутівля біля с. Коростів

#### Опис ділянки р. Бутівля у р. Коростів

Ділянка, що розглядається, розташовується в 1,0 км вище гирла і на довжині 150 м має рівне русло, складене валунами середнього розміру та галькою. Вище і нижче ділянки є осередки-острови, які затоплюються при невеликих паводках.

Ширина русла 15-20 м. Течія бурхлива, простежуються позначки підмиву лівого берега.

Заплава двостороння, шириною до 0,2 км має рівну лучну поверхню з рідким чагарником та деревами. На заплаві є будівлі – хати та господарські споруди. Схили долини круті, порослі буком та хвойними породами дерев.

Варіант 8

р. Рибник – с. Майдан, 16.VIII.1975 р.  
РВВ 7.VIII.1975 р.,  $F = 152 \text{ км}^2$

Таблиця А.15 – Поздовжній профіль

Створ		В/С			С/С				Н/С		
відстань від пост. початку		0,0	40,9	75,4	117	152	172	218	230	244	264
позначка, м, умов.	робочий рівень	11,92	10,80	9,83	8,80	8,58	8,56	8,49	8,46	8,42	8,24
	РВВ	12,77			11,47				10,22		

Таблиця А.16 – Поперечники

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м	відстань від п.п., м	відмітка, м умов.
0,0	14,15	0,0	11,89	0,0	11,89
1,80	18,16	0,8	11,55	1,4	9,44
5,0	12,58	5,6	8,66	3,0	8,51/8,45
12,0	12,73	7,6	8,56	11,2	8,16
15,6	12,13	9,6	8,56	15,4	8,09
17,4	11,92	11,6	8,57	20,0	8,16
22,2	11,82	13,6	8,58	23,0	7,92
25,4	11,58	15,6	8,58	26,4	8,15
27,2	11,62	17,6	8,58	28,8	8,46
34,2	11,50	19,1	8,60	32,4	9,42
48,2	10,83	22,4	9,03	34,0	10,85
46,2	11,38	22,6	10,36		
47,4	11,71/13,75	24,6	14,36		

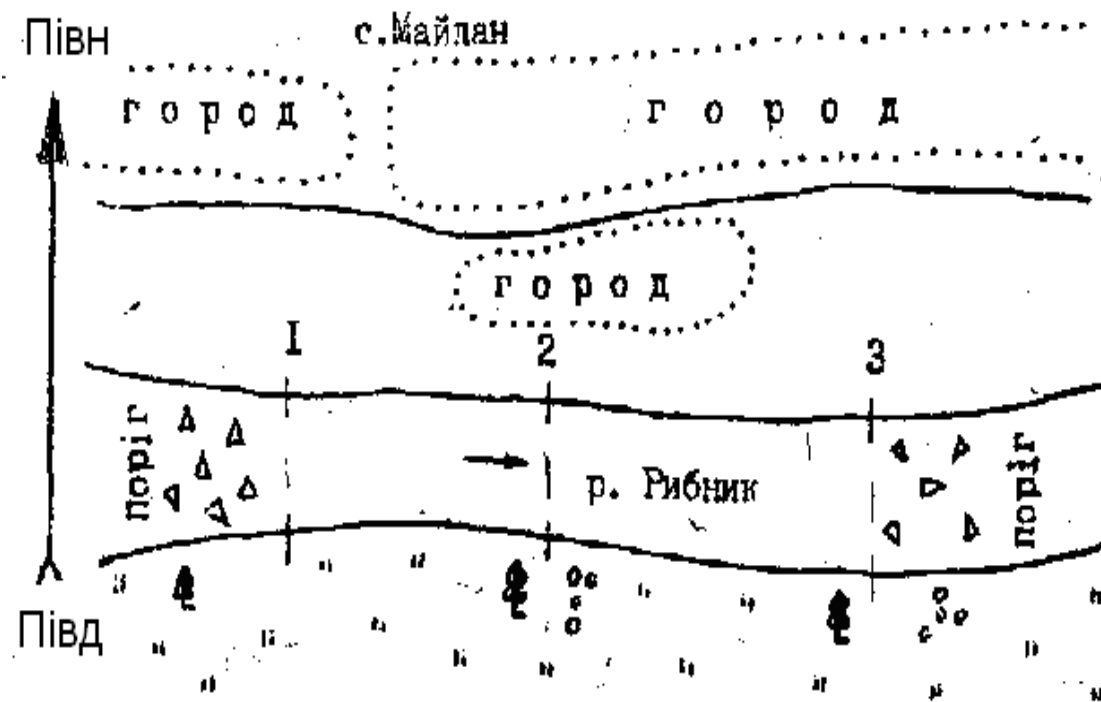


Рис. А.8 – Схема ділянки р. Рибник біля с. Майдан

#### Опис ділянки р. Рибник біля с. Майдан

Ділянка розташовується біля с. Майдан, 3 км вище гирла. Річка Рибник є типовою гірською річкою з порогами, скельним коритом та високими обривистими берегами, порослими лісом. Ділянка довжиною 0,3 км є плесом між двома порогами. Корито русла складено з крупних валунів, каміння та гальки. З обох берегів є виходи корінних кришталевих порід, розмитих річкою. На правому березі оголення кришталевих порід складають смужку, майже вертикальну стінку. У плані ділянка рівна, шириною до 15 м.



## **ДОДАТОК Б**



Таблиця Б.1 – Розміри і основні характеристики лотків Вентурі

$b, \text{ м}$	$b/B=0,2; P=0$					$b/B=0,4; P=0$					$b/B=0,6; P=0$				
	$B, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$Q_{\text{мін}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{макс}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$B, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$Q_{\text{мін}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{макс}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$B, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$Q_{\text{мін}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{макс}}, \text{ м}^3/\text{с}$
0,25	1,25	2,00	3,00	0,004	0,270	0,62	0,75	1,12	0,004	0,278	0,42	0,33	0,50	0,005	0,294
0,50	2,50	4,00	6,00	0,009	0,840	1,25	1,50	2,25	0,008	0,865	0,83	0,67	1,00	0,009	0,914
0,75	3,75	6,00	9,00	0,012	1,270	1,87	2,25	3,37	0,013	1,300	1,25	1,00	1,50	0,013	1,380
1,00	5,00	8,00	12,0	0,016	1,700	2,50	3,00	4,50	0,015	1,750	1,67	1,33	2,00	0,018	1,850
1,25						3,12	3,75	5,62	0,021	2,180	2,08	1,67	2,50	0,022	2,310
1,50						3,75	4,50	6,75	0,025	2,620	2,50	2,00	3,00	0,027	2,770
1,75						4,37	5,25	7,87	0,029	3,060	2,92	2,33	3,50	0,031	3,240
2,00						5,00	6,00	9,00	0,034	3,500	3,33	2,67	4,00	0,036	3,700
2,25											3,75	3,00	4,50	0,040	4,180
2,50											4,17	3,33	5,00	0,044	4,690
2,75											4,58	3,67	5,50	0,049	5,100
3,00											5,00	4,00	6,00	0,054	5,570

Таблиця Б.2 – Значення коефіцієнта швидкості  $C_v$  в залежності від  $b/B$

$b/B$	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700
$C_v$	1,002	1,005	1,009	1,014	1,021	1,029	1,039	1,050	1,064	1,079	1,098	1,120	1,147

Таблиця Б.3 – Значення  $C_e$  для різних напорів  $H$  в залежності від ширини  $b$  і  $L$  довжини горловини лотка

$L/b$	$H/L$													
	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
0,2	0,992	0,992	0,995	0,991	0,990	0,989	0,988	0,986	0,984	0,981	0,976	0,969	0,954	0,910
0,4	0,991	0,991	0,990	0,990	0,989	0,988	0,986	0,985	0,983	0,980	0,975	0,968	0,953	0,909
0,6	0,990	0,990	0,989	0,988	0,988	0,987	0,970	0,984	0,982	0,979	0,974	0,967	0,952	0,908
0,8	0,989	0,988	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,980	0,977	0,973	0,966	0,951	0,907
1,0	0,988	0,987	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,981	0,979	0,976	0,972	0,964	0,950	0,906
1,2	0,987	0,986	0,985	0,985	0,984	0,982	0,980	0,980	0,978	0,975	0,971	0,963	0,949	0,905
1,4	0,985	0,984	0,984	0,984	0,983	0,982	0,981	0,979	0,977	0,974	0,970	0,962	0,947	0,904
1,6	0,984	0,984	0,983	0,982	0,982	0,981	0,979	0,978	0,976	0,973	0,968	0,961	0,946	0,903
1,8	0,983	0,982	0,982	0,981	0,980	0,979	0,978	0,977	0,975	0,972	0,967	0,960	0,945	0,902
2,0	0,982	0,981	0,981	0,980	0,979	0,978	0,977	0,975	0,973	0,970	0,966	0,959	0,944	0,901
2,2	0,981	0,980	0,980	0,979	0,978	0,977	0,976	0,974	0,972	0,970	0,965	0,958	0,943	0,900
2,4	0,979	0,979	0,978	0,978	0,977	0,976	0,975	0,973	0,971	0,968	0,964	0,956	0,942	0,898
2,6	0,978	0,978	0,977	0,977	0,976	0,975	0,974	0,972	0,970	0,967	0,963	0,955	0,941	0,897
2,8	0,977	0,977	0,976	0,975	0,975	0,974	0,973	0,971	0,969	0,966	0,961	0,954	0,940	0,896
3,0	0,976	0,976	0,975	0,974	0,972	0,972	0,971	0,970	0,968	0,965	0,960	0,953	0,938	0,895
3,2	0,975	0,974	0,973	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969	0,966	0,964	0,959	0,952	0,937	0,894
3,4	0,974	0,973	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969	0,967	0,965	0,962	0,958	0,951	0,936	0,893
3,6	0,973	0,972	0,971	0,971	0,970	0,969	0,968	0,966	0,964	0,961	0,957	0,950	0,935	0,892
3,8	0,971	0,971	0,970	0,970	0,969	0,968	0,967	0,965	0,963	0,960	0,956	0,948	0,934	0,891
4,0	0,970	0,970	0,970	0,969	0,968	0,967	0,966	0,964	0,962	0,959	0,955	0,947	0,933	0,890
4,2	0,969	0,969	0,968	0,967	0,967	0,967	0,964	0,963	0,961	0,958	0,953	0,946	0,932	0,889
4,4	0,968	0,967	0,967	0,966	0,965	0,964	0,963	0,962	0,960	0,957	0,952	0,945	0,931	0,888
4,6	0,967	0,966	0,966	0,965	0,964	0,963	0,962	0,961	0,958	0,956	0,951	0,944	0,930	0,887
4,8	0,966	0,965	0,965	0,964	0,963	0,962	0,961	0,959	0,957	0,954	0,950	0,943	0,928	0,886
5,0	0,965	0,964	0,963	0,963	0,962	0,961	0,960	0,958	0,956	0,953	0,949	0,942	0,927	0,885

ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних робіт  
з дисципліни  
«Інженерна гідрометрія та техніка безпеки»

для студентів IV курсу гідрометеорологічного інституту  
Напрям: гідрометеорологія  
Спеціальність: гідрологія та гідрохімія

Укладач: Колодєєв Є.І.

Підп. до друку  
Умов. друк арк..

Формат  
Тираж

Папір  
Зак. №

Надруковано з готового оригінал - макету

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, Львівська, 15

---

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних робіт  
з дисципліни  
«Інженерна гідрометрія та техніка безпеки»

для студентів IV курсу гідрометеорологічного інституту  
Напрямок: гідрометеорологія  
Спеціальність: гідрологія та гідрохімія

“Затверджено”  
на засіданні методичної комісії  
природоохоронного факультету  
Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ . \_\_\_\_ 2011 р.  
Голова комісії \_\_\_\_\_  
(підпис)

“Затверджено”  
на засіданні кафедри гідроекології  
і водних досліджень  
Протокол № 11 від 12 квітня 2011 р.  
Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ Н.С.Лобода  
(підпис)

Одеса - 2011

Інженерна гідрометрія та техніка безпеки. Збірник методичних вказівок до виконання практичних робіт з дисципліни «Інженерна гідрометрія та техніка безпеки». / Колодеєв Є.І. – Одеса, ОДЕКУ, 2011. – 70 с.

Методичні вказівки призначені для студентів IV курсу денної форми навчання за напрямом «Гідрометеорологія», за спеціальністю «Гідрологія та гідрохімія», (спеціалізація – «Інженерна гідрологія»).