

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

ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

до практичних робіт з дисципліни  
**«МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ  
ВИМІРЮВАНЬ (ГІДРОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ)»**

Одеса – 2015

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

ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних робіт  
з дисципліни  
**«Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань  
(гідрологічні вимірювання)»**

для студентів II курсу гідрометеорологічного інституту  
Напрям підготовки: «Гідрометеорологія»

«Затверджено»  
на засіданні методичної комісії  
Природоохоронного факультету  
Протокол № \_\_ від \_\_ \_\_ 2015 р.

Одеса – 2015

**Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання).** Збірник методичних вказівок до виконання практичних робіт з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання)». / Укладач: Яров Я.С., ст..викл. – Одеса, ОДЕКУ, 2015. – 119 с.

Методичні вказівки призначені для студентів II курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.040105 «Гідрометеорологія».

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
<b>1 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1.....</b>	<b>6</b>
<b>«МЕТОДИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА РІВНЯМИ ВОДИ НА ВОДПОСТАХ»</b>	
1.1 Загальні відомості.....	6
1.2 Система рівневих спостережень і обладнання водомірних постів .....	6
1.2.1 Система відліків і позначок на водомірному посту .....	6
1.2.2 Обладнання простих водомірних постів.....	8
1.2.3 Самописні водомірні пости .....	9
1.3 Проектування водомірних постів, спостереження за рівнями води та обробка даних строкових рівневих спостережень .....	11
1.3.1 Дослідження для проектування водомірних спостережень.....	11
1.3.2 Проектування пальтових та рейкових водомірних постів.....	11
1.3.3 Стандартна обробка даних строкових рівневих спостережень за місяць.....	12
1.3.4 Обробка стрічок самописів.....	13
1.4 Завдання до практичної роботи №1 .....	14
<b>2 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2.....</b>	<b>15</b>
<b>«ВИКОНАННЯ ПРОМІРНИХ РОБІТ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ»</b>	
2.1 Методи і прилади для проведення промірів глибин .....	15
2.1.1 Загальні відомості .....	15
2.1.2 Дискретний метод промірів глибин .....	16
2.1.3 Метод безперервної зйомки глибин.....	20
2.2 Обробка матеріалів промірних робіт .....	21
2.2.1 Побудова профілю водного перерізу водойми.....	21
2.2.2 Розрахунок комплексу морфометричних характеристик .....	23
2.2.3 Обробка ехограм .....	25
2.2.4 Складання плану ділянки річки в горизонталях (ізобатах) .....	27
2.3 Завдання до практичної роботи №2 .....	28
<b>3 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3.....</b>	<b>29</b>
<b>«ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ. ГІДРОМЕТРИЧНІ МЛІНКИ ТА ЇХ ГРАДУЮВАННЯ»</b>	
3.1 Загальні відомості .....	29
3.2 Конструктивні особливості та правила експлуатації основних типів гідрометричних млинків.....	31
3.3 Градуування гідрометричних млинків.....	34
3.4 Визначення середньої швидкості течії на вертикалі аналітичним та графічним способами .....	35
3.5 Завдання до практичної роботи №3 .....	38

<b>4 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4.....</b>	<b>39</b>
<b>«ГІДРОМЕТРИЧНИЙ СТВОР. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМУ ГІДРОСТВОРУ ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ ВИТРАТ ВОДИ»</b>	
4.1 Визначення швидкостей течії поверхневими поплавцями.....	39
4.2 Визначення напряму гідрометричного створу за допомогою поверхневих поплавців .....	41
4.3 Визначення напряму гідрометричного створу за допомогою гідрометричних млинків і струменемірів .....	42
4.4 Завдання до практичної роботи №4 .....	43
<b>5 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5.....</b>	<b>44</b>
<b>«РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ, ВИМІРЯНИХ ПОВЕРХНЕВИМИ ПОПЛАВЦЯМИ ГРАФО-АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ»</b>	
5.1 Витрати води та способи їх вимірювання .....	44
5.2 Порядок робіт при вимірюванні витрат води поверхневими поплавцями.....	44
5.3 Обчислення повної витрати води в гідростворі .....	46
5.4 Заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-7М(н) .....	47
5.5 Завдання до практичної роботи №5 .....	48
<b>6 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6.....</b>	<b>48</b>
<b>«РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ, ВИМІРЯНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИМИ МЛИНКАМИ АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ»</b>	
6.1 Загальні відомості .....	48
6.2 Порядок робіт при вимірюванні витрат води гідрометричними млинками .....	49
6.3 Обчислення повної витрати води в гідростворі .....	50
6.4 Заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-3М(н) .....	50
6.5 Завдання до практичної роботи №6 .....	51
<b>7 ЗАХИСТ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ЗГІДНО ВИМОГ КРЕДИТНО – МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ В ОДЕКУ .....</b>	<b>51</b>
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>54</b>
<b>ДОДАТОК .....</b>	<b>55</b>

## **ПЕРЕДМОВА**

Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання)» складається з шести тем і включає розділи, передбачені робочою програмою відповідного курсу, тобто: рівневі спостереження; проміри глибин; виміри швидкостей та розрахунки витрат води за допомогою гідрометричних млинків та поверхневих поплавців.

Усі роботи побудовані таким чином: в стислому вигляді послідовно викладаються основні теоретичні положення, розрахункові схеми, наводиться графічний матеріал, завдання на роботу та номери таблиць вхідних даних.

В даному збірнику є вісім варіантів початкових даних для всіх робіт, які наводяться в додатку. Частина початкових та допоміжних даних (табличний, графічний матеріал) видається викладачем особисто кожному студенту під час занять відповідно до теми і варіанта.

Усі запропоновані завдання, а також принципи їх оформлення відповідають існуючим в Україні сучасним вимогам і стандартам.

Після виконання всіх робіт студенти повинні знати, як проводити базові гідрометричні роботи, як використовувати необхідні прилади та засоби вимірювання, як обробляти та оформлювати виміряні польові дані.

Кінцева мета практичної частини курсу «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання)» - дати студентам навички, що практично допоможуть їм в майбутньому кваліфіковано виконувати комплекс польових гідрометричних спостережень на водних об'єктах – важливої первинної ланки гідрометеорологічних робіт.

Знання, набуті студентами-гідрометеорологами після виконання всіх робіт, допоможуть більш конкретно засвоїти лекційний курс з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання)», будуть використані в подальшому під час проведення літніх польових навчальних практик з дисципліни в с.Маяки на р.Дністер, допоможуть при вивчені специальних дисциплін.

Ця методична розробка покликана забезпечити студентів мінімально необхідним обсягом теоретичних положень та принципу розрахунків за відповідними темами; об'єм викладеного матеріалу цілком дозволяє студентам самостійно виконати всі роботи.

Більш детальна інформація та конкретні приклади розв'язання наведених завдань можна знайти у літературних джерелах, перелік яких міститься наприкінці збірника. Наприкінці збірника наведено принципи захисту та оцінювання практичних робіт згідно вимог кредитно – модульної системи навчання в ОДЕКУ.

# **1 ПРАКТИЧНА РОБОТА №1**

## **«МЕТОДИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА РІВНЯМИ ВОДИ НА ВОДПОСТАХ»**

### **1.1 Загальні відомості**

**Рівень води** є найважливішим гідрометричним параметром, який в комплексі з іншими вимірюється на **гідрологічних постах**. На них згідно встановленої програми систематично здійснюється **комплекс стандартних водомірних спостережень**: вимірювання рівня води, температури повітря і води, візуальні спостереження за станом річки, рослинністю, льодовими явищами. Отримана інформація фіксується в польовій гідрометричній книжці КГ-1 (М), на основі узагальнених матеріалів по всій мережі постів Державної гідрометслужби України систематично видаються кадастрові видання гідрометеорологічних спостережень.

Всі гідрометричні спостереження виконуються за єдиними методиками, які викладені в нормативних виданнях [4,8].

**Рівневі спостереження** являють собою вимірювання рівнів води у водоймі у визначеному місці у конкретний час. Це місце повинно відповідати стандартним вимогам і обладнується спеціальними пристроями і спорудами та має назву – **водомірний пост**. Серед багатьох типів водомірних постів в Україні найпростішими та розповсюдженими є **прості – рейкові, пальові, змішані**. Вібір конкретного типу постів визначається амплітудою коливання рівнів води у водоймі, профілем берегового схилу, особливостями гідрологічного режиму (паводковий, льодовий тощо), наявністю гідротехнічних споруд.

### **1.2 Система рівневих спостережень і обладнання водомірних постів**

#### **1.2.1 Система відліків і позначок на водомірному посту**

Для виконання рівневих спостережень на водпостах (в см) використовують певну **систему відліків і позначок** – «нуль графіка поста», «нулі спостережень» і «приводки» водомірних пристройів (на водпостах користуються умовою та балтійською системами висот).

**«Нуль графіка поста** - це умовна горизонтальна площа, відносно якої проводять спостереження за рівнями води на водпостах, його висотна відмітка визначається нівелюванням від репера водомірного поста і вважається постійною для всього періоду існування поста (періодично вона перевіряється контрольним нівелюванням).

Нуль графіка поста призначають  $\geq 0,5$  м нижче історично мінімального рівня води в даному створі. При дуже малих глибинах русла відмітка нуля графіка поста може дорівнювати мінімальній відмітці дна в створі поста або трохи нижче від неї.

**«Нуль спостережень»** - це висотна площа, від якої проводиться відлік рівня води у певний час спостереження. На рейковому водпосту - це площа нуля рейки, а на пальовому – площа головки палі, на якій проводять спостереження. На водомірному пості ця величина непостійна, бо рівень води завжди змінюється, отож відлік рівня води проводять на різних паях (рейках), де на момент спостереження стоїть горизонт води.

**«Приводка»** (паль, рейок) – перевищення нулів спостережень (паль або рейок) над нулем графіка поста. Приводки паль (рейок), як і відліки рівнів, призначаються **в сантиметрах**. Вони визначаються індивідуально для кожної палі (рейки) на етапі проектування водпоста і теж регулярно перевіряються контрольним нівелюванням.

Знаючи приводку, знявши відлік по рейці та додавши їх, можна обчислити рівень води над «0» графіка поста. На рис. 1.1 показано схему рівневих спостережень на пальовому водпосту (на час спостережень повний рівень води на посту дорівнюватиме  $40+320=360$  см над «0» графіка поста або  $3.60+121.0=124.6$  м БС).

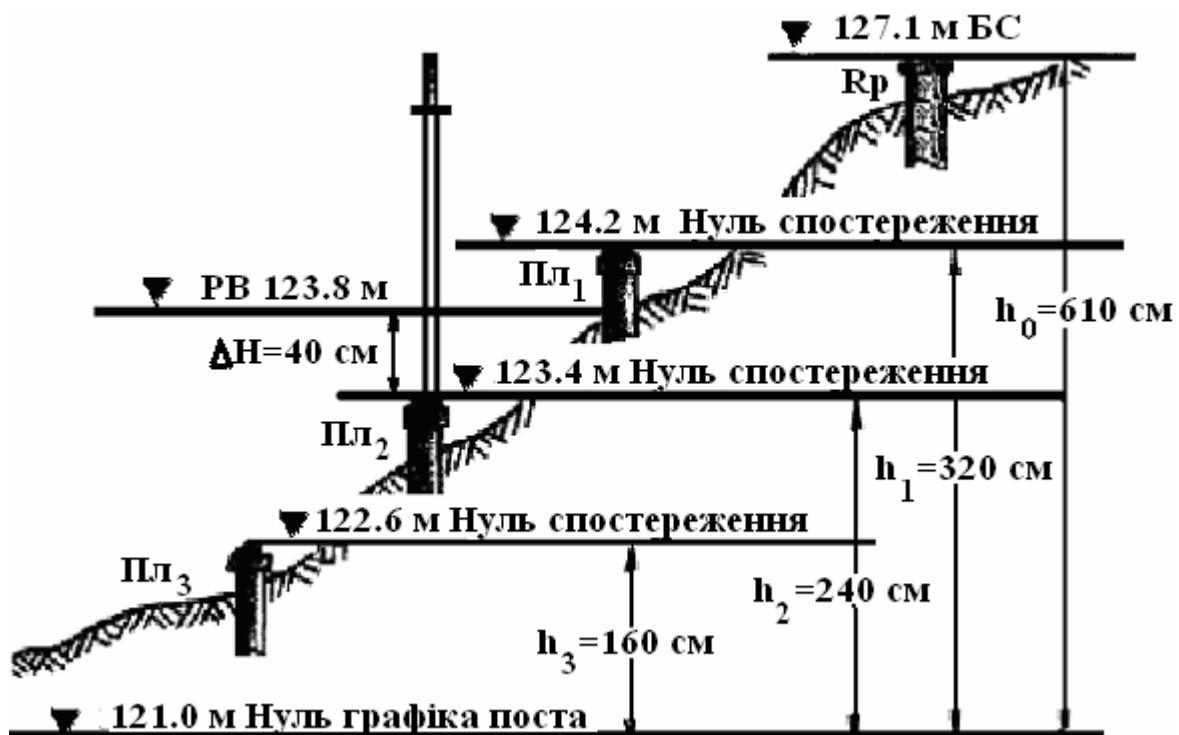


Рис. 1.1 – Висотна система рівневих спостережень на пальовому водпосту: **Rp** – репер; **БС** – Балтійська система; **Пл** – палі; **h** – приводки відповідних паль; **РВ** – рівень води на посту на час спостережень (м)

## 1.2.2 Обладнання простих водомірних постів

Водомірні пости комплектуються стандартними водомірними пристроями (відповідно типу і виду) і реперами, при цьому водомірні пристрої безпосередньо використовуються для вимірювання рівня води, а репери – для контролю висотної системи рівневих спостережень (нуля графіка поста та нулів спостережень). Реперів встановлюють два – основний та прихований (контрольний).

Тип посту залежить від умов водойми – якщо коливання рівнин води незначне (до 3 м) – встановлюють рейковий пост (рейки стандартні з металу, дерева, пластика з поділками через кожні 1-2 см, приклад подано на рис. 1.2). Якщо коливання рівнин більше за 3 м, споруджують пальовий водпост шляхом закріплення в ґрунті стандартних паль, при вимірюваннях на них ставиться переносна рейка та знімається відлік, знаючи приводку палі можна вирахувати рівень води. В якості паль використовують металеві палі Пі-20, переносні рейки – ГР-104, ГР-23 (рис. 1.3).

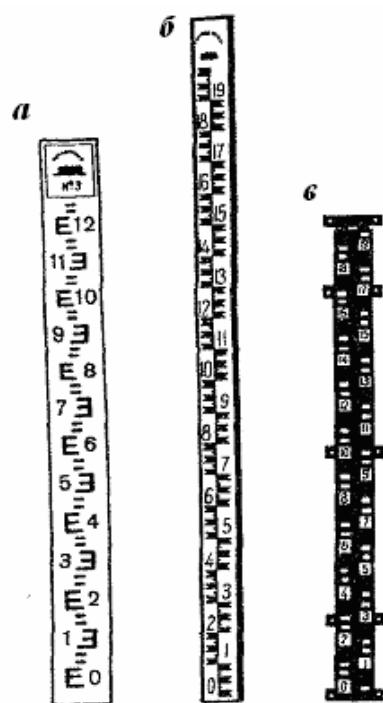


Рис 1.2 – Постові рейки: а) дерев'яна; б) металева емальована; в) чавунна.

Палі розташовують на береговому схилі перпендикулярно до напрямку русла річки від максимальних відміток берега до мінімальних (встановлюють візуально або опитуючи місцевих). Принцип розміщення – перевищення поверхонь головок суміжних паль має бути не більше 0,8 м, головки виглядають на 10-15 см над землею. Перша та остання палі

повинні бути, відповідно, вище і нижче максимального та мінімального історичних рівнів приблизно на 25-50 см.

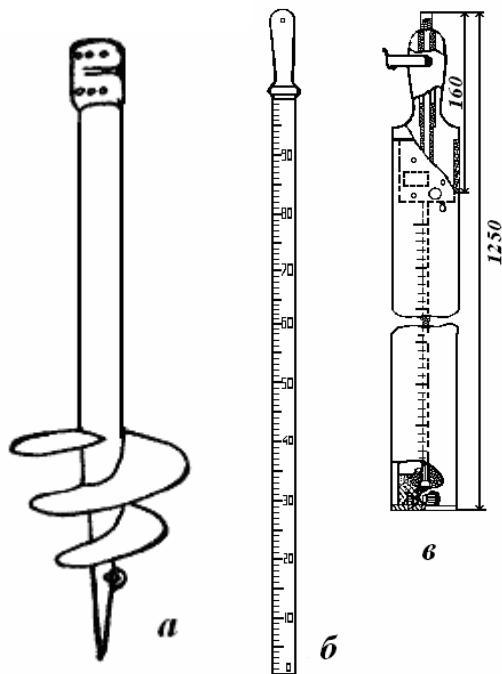


Рис. 1.3 – Пристрої пальового водпоста: а) стандартна металева паля Пі-20; б) переносна рейка ГР-104; в) переносна рейка із заспокоювачем ГР-23.

### 1.2.3 Самописні водомірні пости

**Самописні водомірні пости** - це пости, які обладнані пристроями-самописами рівнів води (СРВ), що дозволяють вести безперервну реєстрацію коливань рівнів води. СРВ необхідні при значній добовій амплітуді коливання рівня води, при проходженні дощових паводків, згінно-нагінних явищах, а також при змінах водного режиму через вплив роботи гідротехнічних споруд.

Найбільш розповсюдженими в Україні є поплавцеві СРВ: “Валдай” (добової дії), ГР-38 (тривалої дії – 8–16–32 діб) та ГР-116 (універсальний).

**СРВ «Валдай»** (рис. 1.4) – найбільш масовий самопис, веде запис в масштабах 1:1; 1:2; 1:5; 1:10. Потребує щоденного підзаводу, обслуговується у 8.00 та 20.00 щодобово (вставка стрічки, тощо).

**СРВ ГР-38** – запис у масштабах 1:10; 1:20.

**СРВ ГР-116** – електричний СРВ з гідростатичним та поплавцевим датчиками, працює при амплітуді рівнів 1-20 м, масштаб запису 1:1; 1:20; час дії 16 годин – 32 доби, є цифровий індикатор рівня води, живлення 9В.

СРВ встановлюють у два способи – береговий та острівний, обов'язково дублюючи контрольним рейково-пальзовим водпостом.

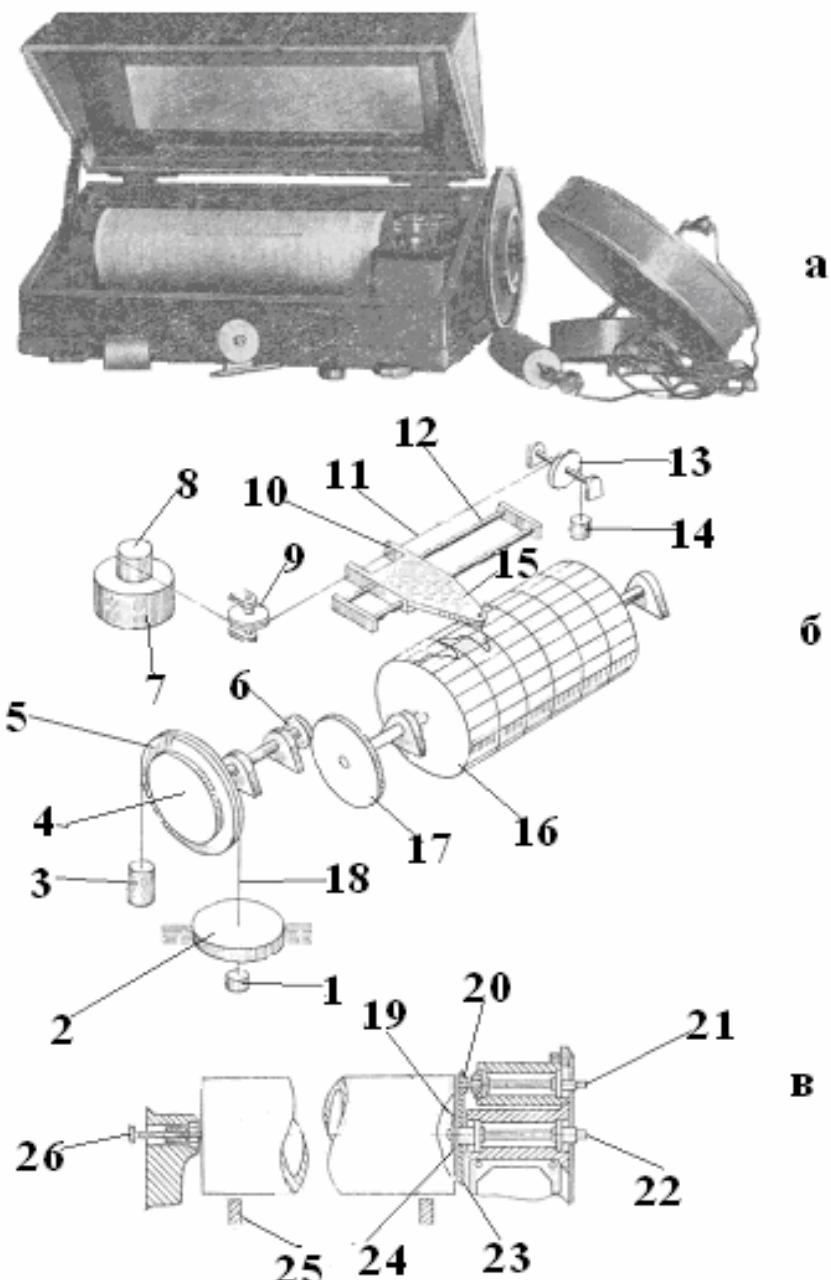


Рис. 1.4 – СРВ «Валдай»: а) загальний вигляд; б) кінематична схема; в) схема вмикання масштабних шестерень з барабаном

**Умовні позначення:** 1 – важок; 2 – поплавець; 3 – противага; 4,5 – поплавцеве колесо; 6 – шестірня; 7 – годинниковий пристрій; 8 – барабан; 9 – ролик; 10 – каретка; 11 – струна; 12 – керуючі стрижні; 13 – ролик; 14 – вага; 15 – перо; 16 - барабан; 17 - шестірня; 18 – трос; 19 – штифт; 20 – зубчате колесо-трибка; 21 – вісь редуктора; 22 – вісь закріплена з барабаном; 23 – шестірня закріплена на осі; 22,24 – шайба; 25 – підкладки; 26 – головка рухливої осі.

## **1.3 Проектування водомірних постів, спостереження за рівнями води та обробка даних строкових рівневих спостережень**

### **1.3.1 Дослідження для проектування водомірних спостережень**

При організації рівневих спостережень (відкритті водпостів) вирішують наступні питання:

- 1) здійснюють вибір ділянки для поста (ділянка має задовольняти комплексу вимог щодо розміщення водпоста) і роблять нівелювання берегового схилу та проміри глибин в руслі річки в обраному створі;
- 2) проектиують пальовий (рейковий) водомірний пост за даними історичних екстремальних рівнів води (максимального і мінімального) та з урахуванням профілю берегового схилу;
- 3) обладнують водпост, здійснюють прив'язку репера поста до пунктів державної геодезичної мережі (у метрах БС) і виконують нівелювання усіх постових пристрой.

### **1.3.2 Проектування пальових та рейкових водомірних постів**

Для проектування рівневого поста необхідна наступна інформація:

- 1) журнал нівелювання берегового схилу;
- 2) журнал промірів глибин в руслі річки в створі водпоста;
- 3) відмітки рівнів високих вод (РВВ), низьких вод (РНВ) та робочого рівня води (РРВ).

Для проектування поста потрібно:

- 1) обробити дані нівелювання;
- 2) за даними промірів глибин обчислити відмітки дна, об'єднати їх з даними нівелювання в єдину систему висот (відміток);
- 3) побудувати профіль берегового схилу;
- 4) виконати проектування споруд пальового (рейкового) водомірного поста (вибрати місце встановлення рейки або паль), тобто визначити координати постових пристрой – відстань від постійного початку і позначку “нуля спостережень”;
- 5) обчислити приводки постових пристрой.

Побудований профіль берегового схилу доповнюють горизонтальними лініями максимального та мінімального рівнів води, позначають відмітку “нуля графіка поста”, за якою визначається положення рівнів води в умовній системі.

Незалежно від того, що репери водомірних постів прив'язують до абсолютної системи відміток (БС), сама система рівнів на посту залишається умовною, тому що величина рівня в кінцевому рахунку визначається як перевищення над площиною “нуля графіка поста”.

Першу палю проектиують на відмітці, що перевищує максимальний історичний рівень. Інші палі розташовують приблизно рівномірно по висоті з перевищеннями між суміжними палями від 0,50 до 0,80 м. Відстані між палями в створі водпоста визначаються умовами берегового схилу. Дані проектування рівневого поста необхідні для винесення їх в натуру та безпосереднього будівництва поста в обраному створі, профіль якого становить основу проекту.

Проект водпоста викреслюють на міліметровці у певному масштабі і використовують в практичній роботі поста. Приклад профілю запроектованого водпоста наведено на рис. 1.5

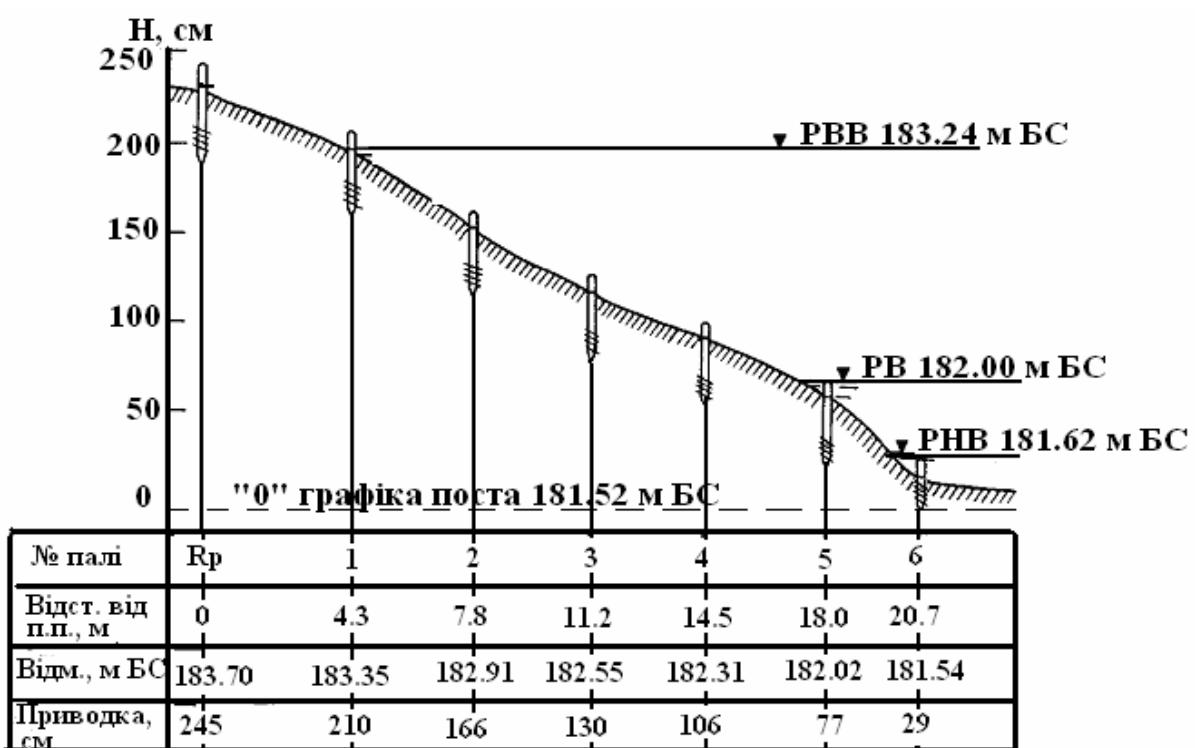


Рис 1.5 – Профіль пальового водомірного поста

### 1.3.3 Стандартна обробка даних строкових рівневих спостережень за місяць

У процесі експлуатації водпоста регулярно виконуються рівневі спостереження і за підсумками кожного місяця на посту здійснюється стандартна первинна обробка інформації у водомірній книжці КГ–1М(н):

- 1) фіксація № рейки (палі), по якій вимірювали рівень води;
- 2) відраховують та записують відлік по рейці (см);
- 3) розраховують приведений **рівень води над “0” графіка водпоста як суму: відлік рівня води, знятого з рейки + приводка рейки (палі).**

Після обробки водомірної книжки за місяць визначають:

- 1) середнє значення рівня за добу над “0” графіка водпоста,

- 2) середньомісячне значення рівня,
- 3) найбільший і найменший рівень за місяць (із строкових спостережень) та їх дати.

При двострочкових спостереженнях середній добовий рівень одержують як середнє арифметичне із строкових значень рівня на 8-му та 20-ту години. Строковий рівень о 8-й годині при однострочкових спостереженнях береться як добовий. При багатострочкових спостереженнях через рівні проміжки часу розрахунковий рівень визначають як середній із всіх вимірів. Якщо проміжки часу між спостереженнями різні, то середньодобовий рівень одержують як середньозважену величину по проміжках часу між строками спостережень.

Слід памятати, що точність відліку рівнів води на посту – 1 см, при спеціальних дослідженнях – до 1 мм.

### **1.3.4 Обробка стрічок самописів**

Надійність визначення середньодобового рівня води у випадках складного водного режиму може бути забезпечена безперервним записом змін рівня на стрічці СРВ. При постановці стрічки о 8-ій годині ранку, на ній олівцем вказують дату, час, рівень води на посту, те ж саме в середині спостережень (о 20.00), те ж при знятті стрічки. Після зняття стрічки з барабану СРВ одразу проводиться її обробка – перевіряється якість запису, розмічається вертикальна вісь масштабу запису, знімаються ординати – рівні води через певні часові проміжки (обробка і розрахунки виконуються просто на стрічці звичайним олівцем).

Обробку стрічки СРВ можна виконати двома способами:

- 1) через рівні проміжки часу;**
- 2) по характерних точках (більш точний).**

Враховуючи конкретні особливості добового ходу рівня, доволі часто буває доцільним комбінування цих двох способів.

**Перший спосіб** використовується при відносно плавному та однозначному ході рівня. Середньодобовий рівень  $\bar{H}$  розраховується як середньоарифметичне з рівнів, які зняті з стрічки СРВ через рівні проміжки часу  $H_i$  (зазвичай, одна година), тобто:

$$\bar{H} = \frac{\sum H_i}{25}. \quad (1.1)$$

**Другий спосіб** застосовується при складних умовах водного режиму і заснований на фіксації переламних точок запису ходу рівня, між якими зміни рівня практично постійні (відрізок на стрічці – відносно пряма лінія). В цьому випадку середньодобовий рівень визначається за формулою:

$$\bar{H} = \frac{\frac{H_1 + H_2}{2} T_{1-2} + \frac{H_2 + H_3}{2} T_{2-3} + \dots + \frac{H_{n-1} + H_n}{2} T_{(n-1)-n}}{24}, \quad (1.2)$$

де  $H_1, H_2, \dots, H_n$  – висота рівня в характерних (переламних) точках;  $T_{1-2}, T_{2-3}, \dots, T_{(n-1)-n}$  – проміжки часу між сусідніми характерними точками (в десятинній формі, тобто ціле – години, хвилини переводяться у частки години).

При всіх випадках обробки стрічки СРВ додатково виділяють точки добового максимуму та мінімуму.

Матеріали водомірних спостережень після обробки на водпосту, аналізу і контролю на станції готують до друку за формою таблиці ТГ-2 “Щоденні рівні води” у виданні “Гідрологічні щорічники”. Для кожного поста також друкується значення відмітки “нуля графіка поста”, що знімає проблему умовності величини рівня води кожного окремо взятого поста і дозволяє порівнювати рівні води на сусідніх постах на один і той же період часу. Додавши до величини приведеного рівня значення відмітки “нуля графіка поста” у метрах БС, можна визначити значення рівнів води в діючій абсолютній системі висот, що необхідно для сфери дослідницької та проектної діяльності.

#### **1.4 Завдання до практичної роботи №1**

##### **Завдання 1.**

Потрібно: скласти теоретичну записку до практичної роботи № 1 шляхом відповідей на такі контрольні запитання:

1. Основні вимоги до організації рівневих спостережень.
2. Що таке “нуль графіка поста” і яка стратегія його вибору?
3. Що таке “нуль спостережень” і “приводка” водомірного поста?
4. Види простих водпостів, їх обладнання та умови застосування.
5. Основні типи існуючих СРВ та їх експлуатаційні відмінності.
6. Репери водомірних постів, їх призначення і обладнання.
7. Вимоги до ділянки річки для облаштування водомірного поста.
8. Проектування водомірних постів.
9. Строкові спостереження за рівнем води і їх обробка.
10. Методи обробки стрічок СРВ.
11. Оформлення матеріалів водомірних спостережень до видання.

##### **Завдання 2.**

Потрібно: скласти проект пальового водомірного поста

Хід роботи: згідно варіанта (додаток, табл. А.1) на аркуші

міліметровки формату А<sub>4</sub> звичайним олівцем за даними технічного нівелювання і промірів глибин побудувати профіль берегового схилу, на який нанести екстремальні рівні води, призначити відмітку «0» графіка поста, розташувати палі по береговому схилу, обчислити їх приводки та відмітки головок у БС. Приклад наведено на рис. 1.5.

### **Завдання 3.**

Потрібно: зробити обробку водомірної книжки КГ-1М(н)

Хід роботи: за варіантом (додаток, табл. А.2) заповнити графу приводок паль водоста, заповнити табл. А.3 (стовбці 5-6, середнє за місяць, з строкових (не середньодобових!) рівнів вибрати екстремальні рівні та їх дати. Побудувати графік ходу середньодобових рівнів за місяць.

### **Завдання 4.**

Потрібно: обробити стрічку СРВ двома способами, обчислити середньодобовий рівень, порівняти отримані результати

Хід роботи: згідноваріанта (додаток, табл. А.4) на умовних стрічках СРВ (рис. А.1 – А.2) простим олівцем двома способами розрахувати середньодобові рівні води і порівняти отримані результати.

## **2 ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 «ВИКОНАННЯ ПРОМІРНИХ РОБІТ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ»**

### **2.1 Методи і прилади для проведення промірів глибин**

#### **2.1.1 Загальні відомості**

**Проміри глибин** – це вид гідрологічних вимірювань, який дозволяє отримати інформацію про розподіл глибин і характер дна водойми.

**Комплекс промірних робіт:**

- 1) розбивка магістралі і промірних створів;
- 2) визначення і закріплення промірних точок на плані (в створі);
- 3) фіксація рівнів води на початку і по завершенню промірних робіт (на основному або тимчасовому водомірному посту);
- 4) власне вимірювання глибин у створі;
- 5) визначення характеру ґрунту дна водойми.

Існує два методи промірів глибин:

**дискретний** (глибини вимірюються в окремих точках);  
**метод безперервної зйомки глибин.**

Ці методи реалізуються, в залежності від приладів, такими способами: **механічним, гідростатичним, акустичним.**

## 2.1.2 Дискретний метод промірів глибин

При виконанні промірів точковим (дискретним) методом користуються механічними і акустичними способами.

Прилади для вимірювання глибин **механічним способом в окремих точках** – намітка, гідрометрична штанга, ручний лот, механічний лот, переносні рейки (водомірні та нівелірні) (рис. 2.1).

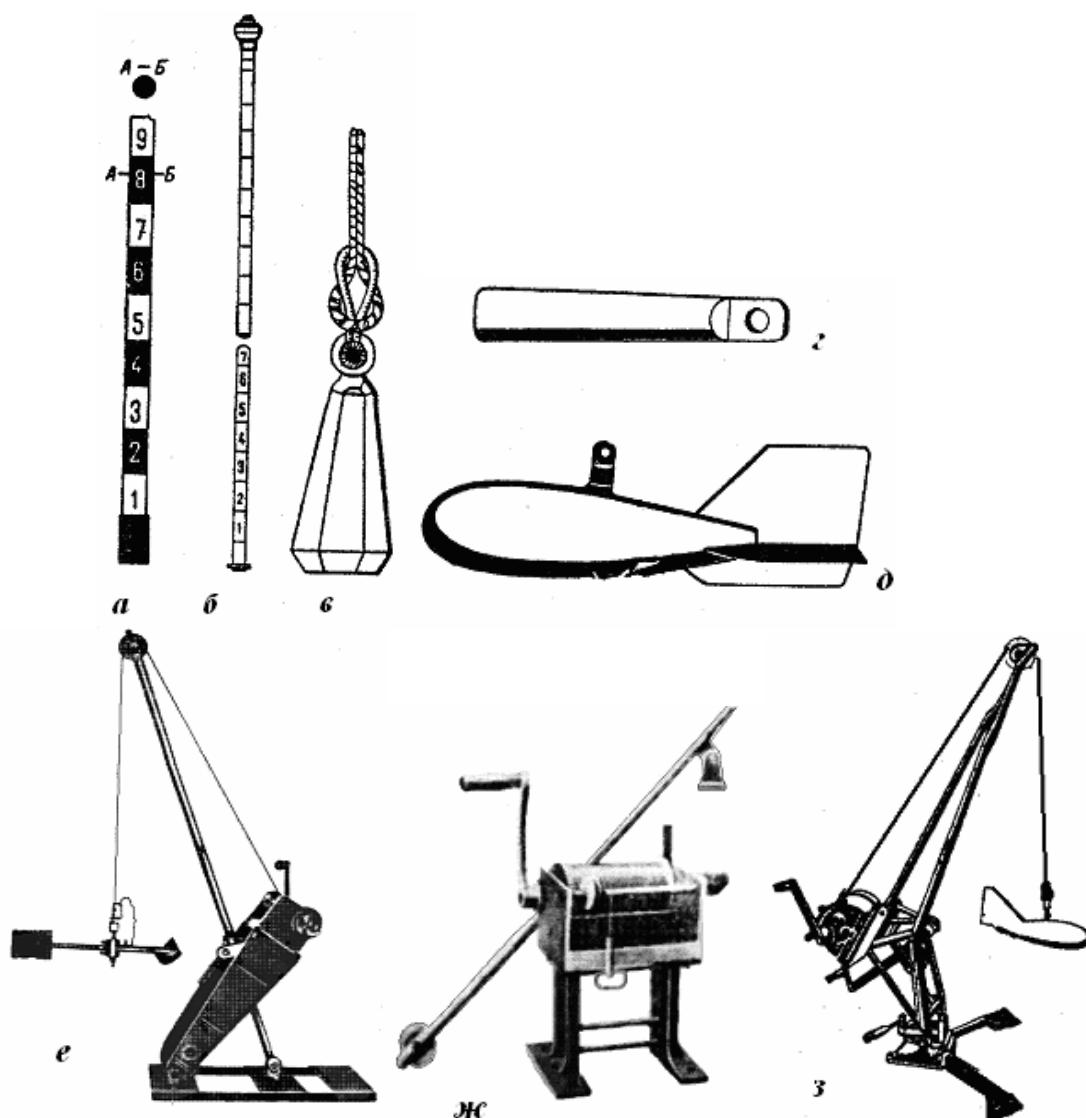


Рис. 2.1 – Прилади для вимірювання глибин (дискретний метод):  
 а) намітка; б) гідрометрична штанга; в) ручний лот; г) лот-лінъ;  
 д) гідрометричний рибоподібний вантаж; е) гідрометрична лебідка Пі-23  
 («НЕВА»); ж) гідрометрична лебідка Пі-24 («ЛУГА»); з) гідрометрична  
 лебідка ГР-36.

Виконання промірів глибин дискретним методом з використанням **акустичних способів** реалізується за допомогою ехолотів з точковими показниками глибин – ЕПО-10, “Зонд” та інші (рис. 2.2).

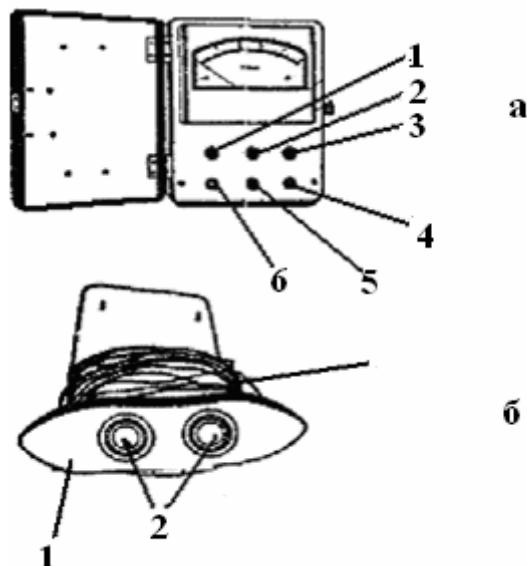


Рис 2.2 – Малогабаритний ехолот: а) центральний прилад (1 – ручка «встановлення нуля»; 2 – кнопка «калібровка»; 3 – ручка «встановлення глибини»; 4 – кабельний рознімач «приймач»; 5 – кабельний рознімач «живлення»; 6 – кабельний рознімач «передавач»); б) забортний пристрій (1 - обтічник; 2 - випромінювач; 3 – кабель з'єднання).

**Намітка** (рис. 2.1, а) – жердина довжиною 7-10 м, діаметром 6 см, яка має червоно-білі ділянки по 10 см, точність відліку глибин – 5 см.

**Гідрометрична штанга** (рис. 2.1, б) – металева жердина, що складається з двох секції по 1,5 м з розміткою через кожні 2 см, точність відліку – 1 см.

**Лот ручний ЛПР-48** (лот-лінъ) (рис. 2.1, в, г) – це вантаж 2-5 кг, який закріплений на кінці тросу, розміченого через кожні 10 см, точність відліку складає 10 см.

**Лот механічний** (рис. 2.1 е, ж, з) – лебідка з лічильником глибин (механічним, електронним), металевим тросом з рибоподібним вантажем на кінці.

Серед багатьох типів лебідок в Україні більш поширеними є Пі-23 («НЕВА»), Пі-24 («ЛУГА»), ГР-36 (з поворотною стрілою), ГР-65М (на люлькових переправах), ЛГ-1М1 (морська). Переваги лебідок – висока точність промірних робіт ( $\pm 1$  см), вантажопід'їомність – від 30 і більше кг, робота на великих глибинах і швидкостях течії, невибагливість в ремонті, але при роботі з ними треба суворо дотримуватись техніки безпеки.

Для виконання промірних робіт здійснюється прив'язка створів до планової основи через **магістраль** – це умовна лінія, яка прокладається вздовж водного об'єкта по обраному маршруту і відносно якої намічаються промірні створи. Магістраль виконує роль базису, закріплюється на місцевості тичками або кілками. Створи намічають перпендикулярно до магістралі. Якщо можна пройти суходолом, магістраль прокладають берегом паралельно водоймі, для її орієнтування береться азимут по компасу (бусолі). В разі неможливості просування суходолом вздовж річки або роботі в акваторії озера, водосховища, моря в якості магістралі використовують плавучий ланцюг (трос з пінопластовими поплавцями через кожні 5м), який також орієнтують по азимуту. На кожному створі намічають промірні точки, кількість і відстань між якими, а також спосіб закріплення, залежать від ширини річки або характеру робіт.

**Координування промірів глибин при використанні дискретного методу** – це визначення місця положення промірних вертикалей відносно обраного базису, тобто безпосередній вимір відстаней від постійного початку промірного створу до точок, у яких вимірюються глибини у водоймі. Найпростіше координування промірних точок виконується за допомогою мірної стрічки або рулетки, розміченого канату або тросу.

Також для координування промірів використовують **геодезичний метод** - за допомогою теодолітів, мензул або секстанта (рис. 2.3, 2.4). Зараз для цього активно використовують **технологію GPS** (глобальна система космічного позиціювання). Відповідний приймач (рис. 2.5) дає не лише географічні координати, а й висоту точки, швидкість та напрям руху, електронну карту місцевості. Прилад легко комутується до ПК по USB-порту. Завдяки використанню космічних супутників можливо працювати при несприятливих погодних умовах з набагато більшою швидкістю. Але в даний час цей спосіб координування не завжди забезпечує високу точність позиціювання при промірних роботах на малих річках.

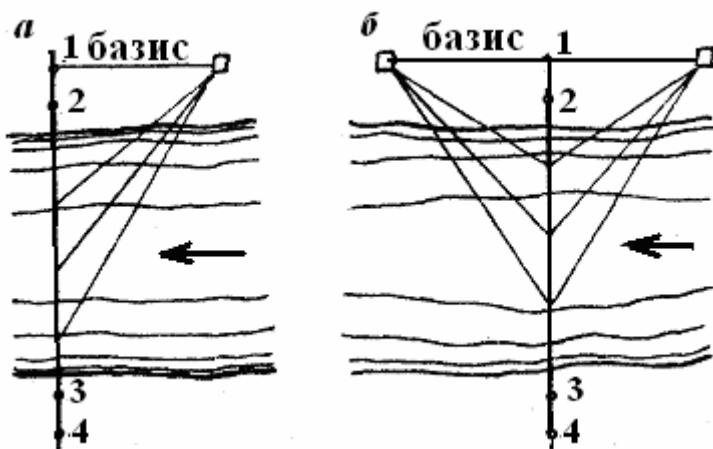


Рис. 2.3 – Схема засічки промірних точок на поперечнику одним (а) або двома (б) теодолітами



Рис. 2.4 – Проміри: а) косими галсами; б) по повздовжніх профілях

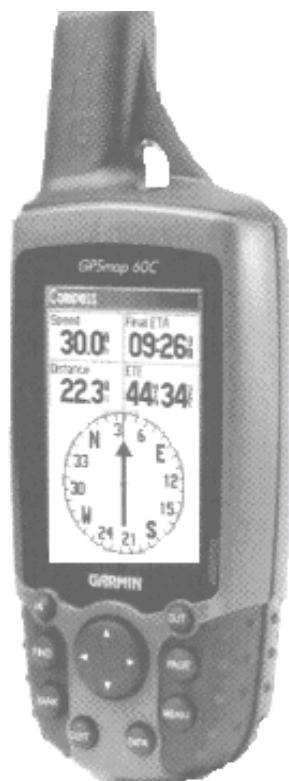


Рис. 2.5 – GPS навігатор «GPS MAP 60C» (фірма «Garmin»)

### 2.1.3 Метод безперервної зйомки глибин

Більш детальний і точний профіль дна можна отримати за допомогою безперервного методу зйомки глибин в гідрометричних створах, використовуючи при промірах акустичні прилади – **промірні ехолоти з самописом (механічним, електронним)**, основними перевагами яких є швидкість, точність та простота вимірювання глибин. Найчастіше, при промірних роботах на водних об'єктах суші, використовують наступні ехолоти з самописами (рис. 2.6, 2.7, 2.8): ПЕЛ, ІРЕЛ, «Кубань», «Язь», «Fishfinder».

Стандартні ехолоти досить важкі та габаритні, потребують значних зусиль при калібрувці та обробці результатів, але при масових роботах незамінні. Вони проводять запис лінії дна на спеціальному електропапері, результати потім потребують відповідної розшифровки та обробки. Вказані труднощі відсутні в електронних ехолотах нового покоління, завдяки їх малим габаритам та інтеграції з ПК по USB-порту.

Для координування промірів глибин в гідрометричному створі із застосуванням ехолотів-самописів зручніше всього використовувати **геодезичні методи**. Основою метода геодезичного координування робіт з ехолотом є синхронна фіксація контрольних точок на ехограмі і позначок на промірному перетині. Ці оперативні позначки дозволяють виконати прив'язку вимірювань ехолотом до орієнтирних точок (урізів берегів, міток тросу, берегових орієнтирів) і дозволяють потім обробляти ехограми.

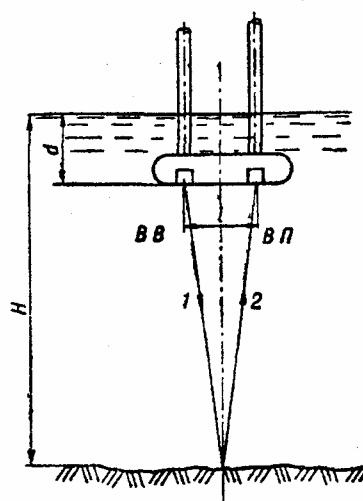


Рис. 2.6 – Схема вимірювання глибини ехолотом (забортний пристрій): ВВ – вібратор-випромінювач; ВП – вібратор-приймач; 1 – пряний ультразвуковий імпульс; 2 – відбитий ультразвуковий імпульс.



Рис. 2.7 – Електронний ехолот «Fishfinder-250» (фірма «Garmin»)

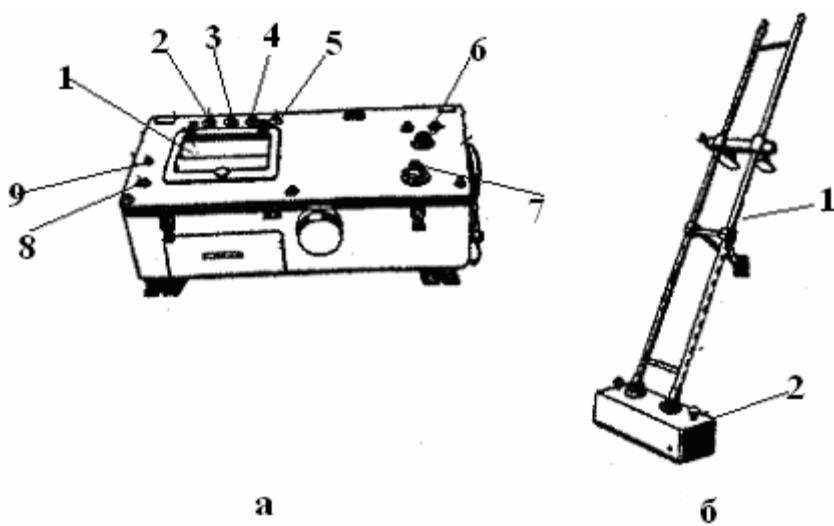


Рис. 2.8 – Промірний ехолот ПЕЛ-2: а) центральний прилад (1-вікно, 2,3,4,5 – тумблери вмикання ехолота, освітлення шкали, вмикання запису нульової лінії глибин, перемикання шкал, 6 – вольтметр, 7 – рукоятка регулювання підсилення, 8 – кнопка оперативної позначки, 9 – неонова лампочка); б) забортний пристрій (1-кронштейн, 2 – випромінювач).

## 2.2 Обробка матеріалів промірних робіт

### 2.2.1 Побудова профілю водного перерізу водойми

Дані польових промірів у створах заносять до книжки КГ-2. При обробці матеріалів промірних робіт за вимірюними даними виконують графічну побудову профілів поперечного перерізу в окремих створах водойми і обчислюють морфометричні характеристики русла в створі. Така форма подання інформації о глибинах водойми є найбільш зручною для аналізу і подальшого використання даних промірів.

Побудова профілю водного перерізу водойми виконується у визначених масштабах (вертикальному, горизонтальному) на аркушах міліметровому папері формату А<sub>4</sub>, по вертикалі відкладається глибина до дна (зверху вниз), а по горизонталі – відстані від постійного початку. Відкладені точки з'єднують ламаною лінією і отримують лінію дна. На профілі відмічається положення та відмітка робочого рівня води в умовних метрах або метрах БС, дата промірів, під графіком у вигляді таблиці, у відповідних місцях рядків, виписують:

- номера промірних вертикалей та коди урізів води;
- відстані від постійного початку (в метрах);
- глибини на промірних вертикалях (в метрах);
- відмітки дна на промірних вертикалях (в метрах БС);
- характер ґрунту дна.

Масштаб для побудови підбирають в залежності від ширини русла (відстані від берега до берега) і характеру глибин у створі; він має бути кратним 2; 5; 10, наприклад по горизонталі - в 1 см: 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200 м, по вертикалі в 1 см – 0,5; 1 м. Зліва роблять колонку для обчислення головних морфометрических характеристик. Кожний профіль будується на окремому аркуші, всі записи та побудова робляться лише звичайним олівцем, підписи і розмірності мають бути охайними і чіткими. Профіль треба підписати, вказати масштаби, прізвища виконавця і перевіряючого. Приклад профілю поперечного перерізу річки наведено на рис. 2.9

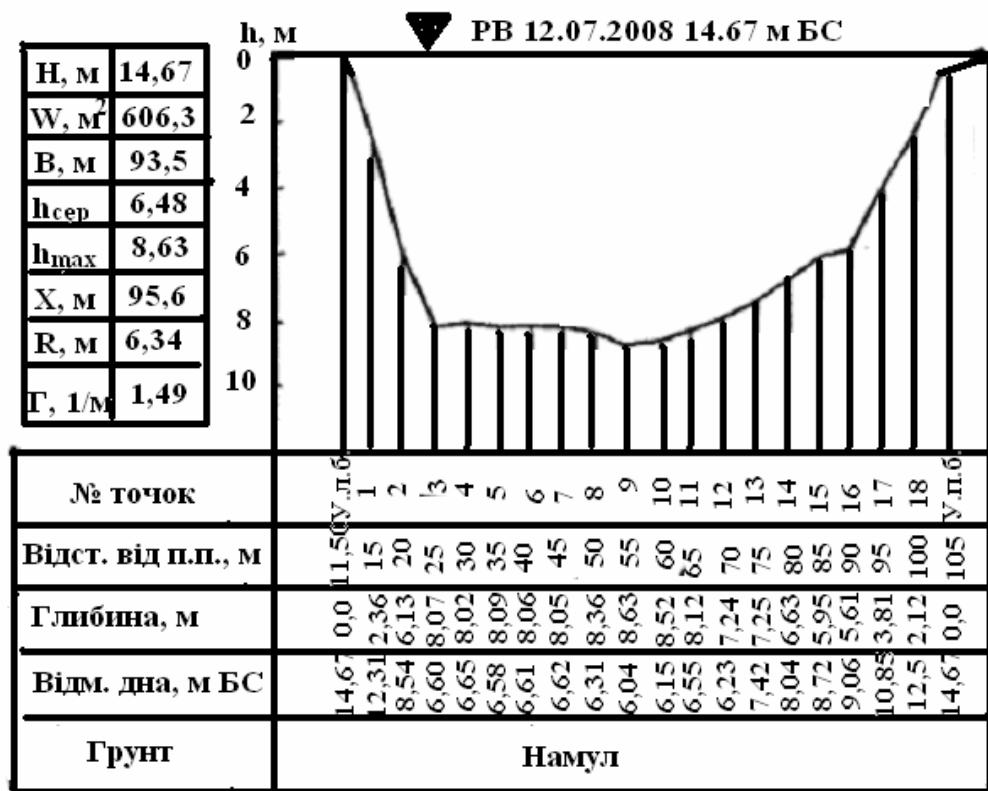


Рис. 2.9 – Профіль поперечного перерізу річки

## 2.2.2 Розрахунок комплексу морфометричних характеристик

Для кожного профілю поперечного перерізу обчислюють комплекс його морфометричних характеристик:

1. площа водного перерізу  $w$  ( $\text{м}^2$ );
2. ширина річки  $B$  (м);
3. довжина змоченого периметра  $\chi$  (м);
4. максимальна глибина  $h_{max}$  (м);
5. середня глибина  $h_{sep}$  (м);
6. гідравлічний радіус  $R$  (м);
7. параметр Глушкова  $\Gamma$  ( $\text{м}^{-1}$ );
8. робочий рівень води  $H$  (м).

Вказані характеристики використовуються при обчисленні витрат води, побудови залежності  $Q=f(H)$ ,  $w=f(H)$  та допомагають робити важливі гідроморфологічні узагальнення. Вони дають уявлення про пропускну здатність русла та ступінь його стійкості до розмиву. Дуже важливо правильно та ретельно обчислити ці характеристики, бо вони часто використовуються в багатьох математичних моделях оцінки та прогнозу гідроекологічного стану водних об'єктів.

Водний переріз русла річки – це простір, обмежений знизу дном річки, з боків – берегами, зверху – поверхнею води.

**Площу водного перерізу  $w$**  можна обчислити планіметруванням або аналітично. Другим способом частіше користуються на практиці. Вважають, що промірні вертикали розбивають водний переріз на декілька трапецій (або прямокутні трикутники біля берегів), площа яких може бути математично виражена через глибини  $h_n$  та відстані між промірними точками  $b_n$  (рис. 2.10).

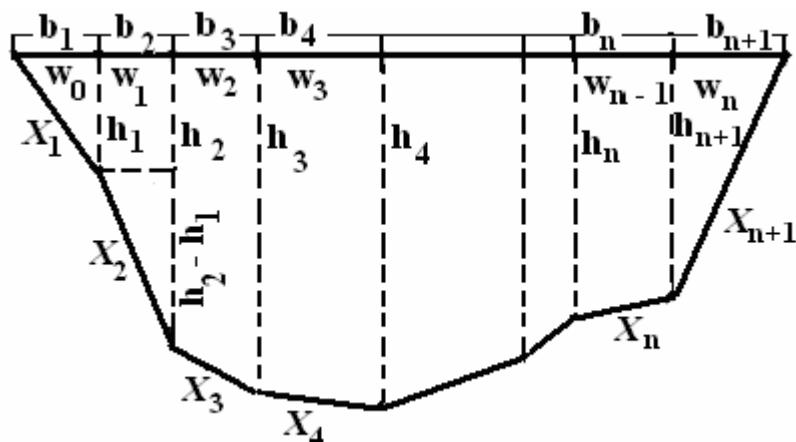


Рис. 2.10 - Схема обчислення площині водного перерізу і довжини змоченого периметра

Аналітичним способом площа водного перерізу обчислюється як сума часткових площ фігур, на які розбито водний переріз (рис.2.10). Якщо на річці є льодостав, то обчислюють в межах загальної площині водного перерізу окремо взяті площині зануреного у воду льоду та вільну площину перерізу. Крім того, при розрахунках витрат води окремо обчислюють так звані площині «мертвого перерізу» та площині «живого перерізу». Перший термін позначає частину перерізу, де відсутня течія води або вона надто мала, другий термін характеризує площину, в якій рух води присутній. Площини часткових фігур обчислюють за формулами:

$$w = \sum_{n=0}^n w_n, \quad (2.1)$$

$$w_0 = \frac{h_0 + h_1}{2} b_1, \quad (2.2)$$

$$w_1 = \frac{(h_1 + h_2)b_2}{2}, \quad (2.3)$$

$$\dots \dots \dots \\ w_{n-1} = \frac{(h_n + h_{n+1})b_n}{2}, \quad (2.4)$$

$$w_n = \frac{h_{n+1} + h_{n+2}}{2} b_{n+1}. \quad (2.5)$$

За формулою 2.1 визначають загальну площину водного перерізу, за виразами 2.2, 2.5 (для  $w_0$ ,  $w_n$ ) обчислюють площини перерізу в прибережних відсіках (якщо на урізах берегів глибини нема, то  $h_0$ ,  $h_{n+2} = 0$ ), формули 2.3, 2.4 (для  $w_1 \dots w_{n-1}$ ) застосовують при обчисленні площ внутрішніх відсіків.

**Ширина річки**  $B$  знаходиться як різниця між відстанями до урізів лівого і правого берегів. Із збільшенням висоти рівня найчастіше змінюється і ширина річки  $B$ . Маючи значення ширини річки при різних висотах рівня, неважко буде побудувати криву зв'язку  $B=f(H)$ . При стійкому руслі криві  $w=f(H)$ ,  $B=f(H)$  дозволяють визначити площину і ширину водного перерізу річки при будь - якій висоті рівня.

**Змочений периметр**  $\chi$  - довжина лінії дна в створі між урізами берегів. При наявності льодоставу або шуги, до змоченого периметра додається довжина нижньої поверхні льоду або шуги. Використовуючи наведену на рис. 2.10 схематизацію водного перерізу відсіками різної форми, можна отримати розрахункові формули для обчислення змоченого периметра:

$$\chi = \sum_{n=1}^{n+1} \chi_n , \quad (2.6)$$

$$\chi_1 = \sqrt{b_1^2 + (h_1 - h_0)^2}, \quad (2.7)$$

$$\chi_2 = \sqrt{b_2^2 + (h_2 - h_1)^2}, \quad (2.8)$$

$$\chi_n = \sqrt{b_n^2 + (h_{n+1} - h_n)^2}, \quad (2.9)$$

$$\chi_{n+1} = \sqrt{b_{n+1}^2 + (h_{n+1} - h_{n+2})^2}. \quad (2.10)$$

Вираз 2.6 дозволяє обчислити змочений периметр для створу; формулі 2.7, 2.10 – для прибережних відсіків (якщо на урізах берегів глибини нема, то  $h_0, h_{n+2} = 0$ ); формулі 2.8, 2.9 – для внутрішніх відсіків.

**Максимальна глибина**  $h_{max}$  визначається за даними промірів (КГ-2).

**Середня глибина**  $h_{cep}$  – добуток від ділення загальної площин водного перерізу на ширину русла в створі, обчислюється за формулою:

$$h_{cep} = \frac{w}{B}. \quad (2.11)$$

**Гідравлічний радіус**  $R$  – добуток від ділення загальної площини водного перерізу на величину змоченого периметра:

$$R = \frac{w}{\chi}. \quad (2.12)$$

Фактично, гідравлічний радіус показує, яка частика площини поперечного перерізу припадає на одиницю довжини змоченого периметра. Зважаючи на те, що в річкових руслах ширина набагато перевищує глибину, то різниця між змоченим периметром та шириною русла мала. Тому отримані значення гідравлічного радіуса та середньої глибини майже співпадають.

**Параметр Глушкова  $\Gamma$**  – представляє собою характеристику взаємодії між руслом, яке розмивається, і потоком води крізь русло:

$$\Gamma = \frac{\sqrt{B}}{h_{cep}}. \quad (2.13)$$

**Робочий рівень**  $H$  (см або м БС) отримують як середньоарифметичне значення рівнів на початку та у кінці промірів.

### 2.2.3 Обробка ехограм

При ехолотних промірах човен з приладом рухається у створі від берега до берега, на електропапері (моніторі) безперервно проводиться запис лінії дна. На березі на певній відстані від створу (довжина базису) знаходиться теодоліт, яким здійснюється координування промірів шляхом фіксації контрольних точок (рис. 2.11). Річ в тім, що **вертикальний масштаб** запису глибин на ехограмі **наперед відомий**, а от **горизонтальний масштаб змінюється**. Причина полягає у тому, що човен в створі знаходиться під впливом течії річки, яка постійно намагається зносити його, тому човен весь час рухається з непостійною швидкістю, також не завжди витримується лінія створу, отож неоднорідність масштабу треба враховувати при подальшій обробці ехограми.

Внаслідок вимірювання глибин ехолотами з самописами повинні бути отримані наступні дані:

- 1) **ехограма** – лінія дна водойми в промірному створі (записана самописом ехолота на спеціальному електропапері в обраному масштабі);
- 2) **вертикальний масштаб** запису глибин ( $M_{\text{верт.}}$ );
- 3) **довжина базису** ( $L$ , м) – відстань від місця стоянки геодезичного пристроя (теодоліта або мензури) до промірного створу;
- 4) **кути між базисом і напрямами на точки контрольних позначок**, які відмічені на ехограмі ( $\alpha_i$ , °);
- 5) **дані рівневих спостережень** за час проведення промірів.

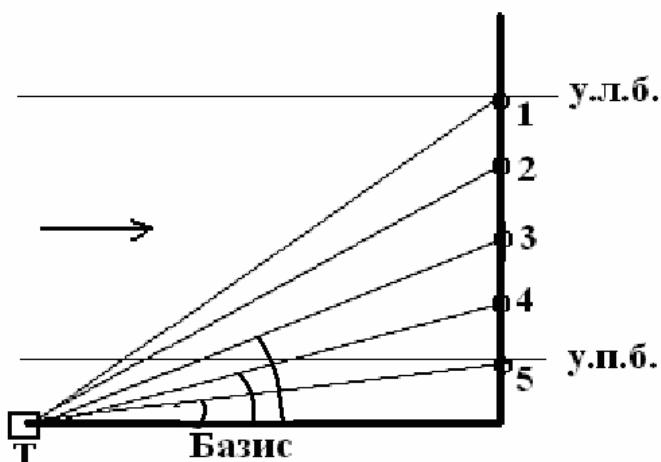


Рис. 2.11 – Схема координування промірів за допомогою теодоліта

На ехограмі по вертикалі показана глибина у постійному масштабі, визначити глибину можна за допомогою сітки ехограми або лінійки з використанням вертикального масштабу. На горизонтальній осі ехограми відкладено відстані між контрольними точками в різних масштабах по окремих ділянках між точками (бо швидкість зйомки глибин різна),

істинну довжину відстаней визначають з використанням контрольних кутомірних позначок і довжини базису.

Обробка ехограми виконується в такій послідовності:

1) визначаються дійсні відстані ( $B_i$  дійс., м) між контрольними позначками і базисом за формулою (2.14):

$$B_{i \text{ дійс.}} = L \cdot \operatorname{tg} \alpha_i; \quad (2.14)$$

2) визначають дійсні відстані між суміжними контрольними позначками ( $b_{i \text{ дійс.}}$ , м) за формулою (2.15):

$$b_{i \text{ дійс.}} = B_{i \text{ дійс.}} - B_{i-1 \text{ дійс.}}; \quad (2.15)$$

3) вимірюються відстані між позначками на ехограмі ( $b_{i \text{ ехогр.}}$ , см);

4) перевівши дійсні відстані з метрів в сантиметри, визначають горизонтальний масштаб ( $M_i \text{ гориз.}$  1:  $m_{i \text{ гориз.}}$ ) кожної ділянки між точками контрольних позначок на ехограмі та виписують їх у відповідні ділянки, де  $m_{i \text{ гориз.}}$  знаходять за формулою (2.16):

$$m_{i \text{ гориз.}} = \frac{b_{i \text{ дійс.}}}{b_{i \text{ ехогр.}}}; \quad (2.16)$$

5) на ехограмі назначають характерні точки переламів лінії дна (у тому числі контрольні точки і урізи берегів) і нумерують їх;

6) з використанням горизонтальних масштабів окремих ділянок ехограми визначають відстані від постійного початку (магістралі, базису) до кожної характерної точки;

7) з використанням вертикального масштабу визначають дійсні глибини у характерних точках;

8) з врахуванням зрізочного рівня складають таблицю промірів;

9) викреслюють профіль поперечного перерізу з потрібними вертикальним і горизонтальним масштабами і розраховують основні морфометричні характеристики ( побудову і розрахунки виконують з використанням того ж алгоритму, як і при обробці матеріалів дискретних промірів глибин).

## 2.2.4 Складання плану ділянки річки в горизоналях (ізобатах)

За результатами промірів глибин у створах будують не лише профілі окремих створів, а й об'єднують дані по суміжних створах для побудови плану підводного рельєфу водойм у горизоналях (лініях рівних

абсолютних відміток дна) або ізобатах (лініях рівних глибин). Для цього треба всі глибини в створах перевести в абсолютні значення у м БС. Для визначення абсолютнох відміток поверхні води (урізу) в районі промірів встановлюють тимчасовий водпост. Його відомості по початковому і кінцевому рівнях  $H_{noч}$ ,  $H_{кін}$  дозволяють визначити робочий рівень  $H_{роб}$ , який береться рівним для всіх промірних створів. Абсолютні відмітки точок дна визначають шляхом віднімання вимірюваних глибин від відмітки робочого рівня  $H_{роб} - h_i$ .

На аркуші ватмана або міліметровки в обраному вертикальному і горизонтальному масштабі наносять магістраль та перпендикулярно до неї – створи, в яких наносять і з'єднують урізи берегів (лівий, правий), послідовно наносять точки промірів і зліва від кожної точки виписують її абсолютну відмітку у м БС, справа – глибину у м. Через поле точок проводять ізолінії глибин (або горизонти) з постійним діапазоном. Отримані ізолінії мають бути суцільними, можуть замикатись. На ізолініях треба виписати відповідні їх значення (глибини, абсолютної відмітки). Також пунктиром з'єднують точки з максимальними глибинами, таким чином отримуючи лінію фарватеру (лінія максимальних глибин).

План річки в ізолініях має бути виконаний звичайним олівцем на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub>, містити необхідні відомості: масштаби, прізвища виконавців і перевіряючого, підписані ізолінії, напрям „південь-північ”, назву рисунка. Приклад оформлення дається на рис. 2.12.

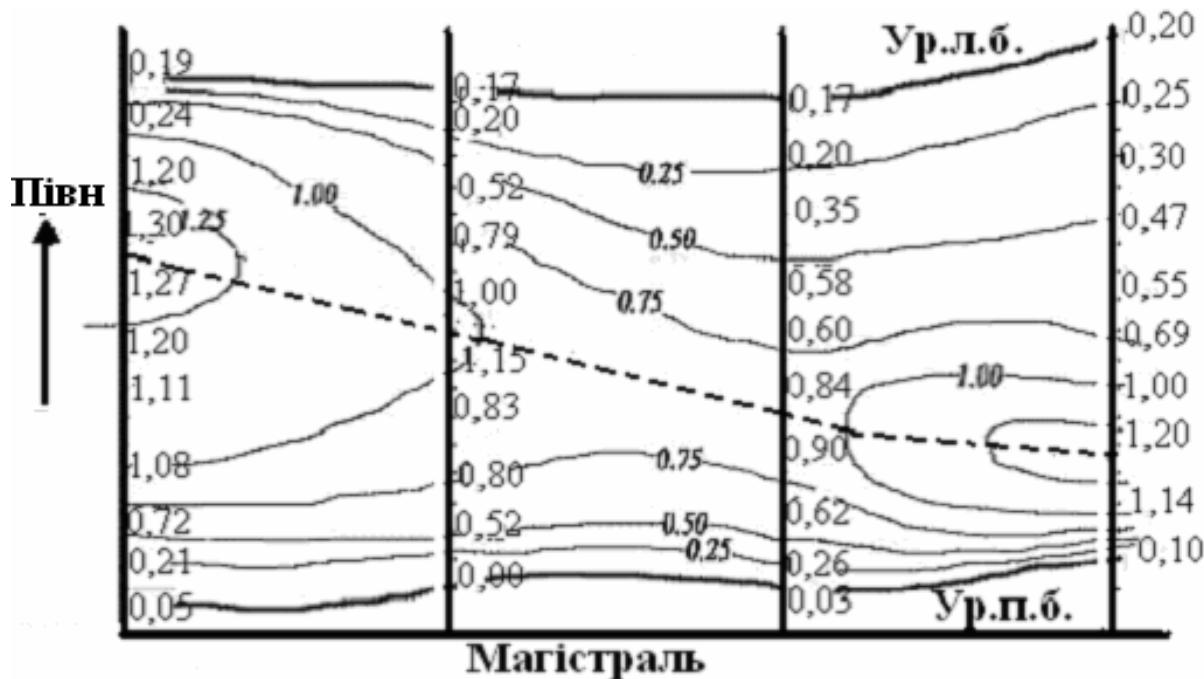


Рис. 2.12 – План ділянки річки в ізобатах

## **2.3 Завдання до практичної роботи № 2**

### **Завдання 1.**

Потрібно: скласти теоретичну записку до роботи № 2 шляхом відповідей на наступні контрольні запитання:

1. Які виміри і спостереження входять до складу промірних робіт?
2. Методи і прилади для виконання промірних робіт.
3. Які основні морфометричні характеристики русла визначають для поперечних перерізів?
4. З якою метою застосовують зрізання рівнів і як це здійснюється?
5. Яким чином проводиться обробка ехограми?
6. Порядок побудови плану ділянки річки в ізобатах (горизонталях).

### **Завдання 2.**

Потрібно: побудувати профіль водного перерізу водойми за даними промірів глибин.

Хід роботи: згідно варіанта (додаток, табл. Б.1–Б.8) провести обчислення та заповнити початкову таблицю промірів, потім на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub> звичайним олівцем побудувати профіль поперечного перерізу, обчислити комплекс морфометричних характеристик і виписати їх на профілі згідно стандарту. Приклад профілю наведено на рис. 2.9.

### **Завдання 3.**

Потрібно: обробити ехограму промірів глибин.

Хід роботи: згідно варіанта (додаток , табл. Б.9, рис. Б.1 – Б2) за алгоритмом, викладеним в пункті 2.2.3 заповнити таблицю Б.10, провести розшифровку ехограми (написи робити на ній звичайним олівцем!), заповнити таблицю Б.11, за якою на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub> побудувати справжній профіль водного перерізу, обчислити для нього морфометричні показники.

### **Завдання 4.**

Потрібно: побудувати план ділянки річки в горизонталях (ізобатах).

Хід роботи: згідно варіанта (додаток, табл. Б.13) обчислити абсолютні відмітки точок для трьох створів (додаток, табл. Б.12), на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub> побудувати план річки в горизонталях та ізобатах, провести ізолінії, лінію фарватеру. Приклад графічного оформлення плану наведено на рис. 2.12.

### З ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

## «ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ, ГІДРОМЕТРИЧНІ МЛІНКИ ТА ЇХ ГРАДУЮВАННЯ»

### 3.1 Загальні відомості

Досить часто при гідрометричних роботах доводиться вимірювати швидкості течії води річок, озер, морів. Для цього використовують два методи:

- 1) реєстрація руху плаваючого тіла (прилади – поплавці різних типів);
- 2) реєстрація кількості обертів лопатевого гвинта вимірювача (прилади – гідрометричні млинки різних типів).

Кожен метод має свої переваги і недоліки, тут розглянемо другий.

**Вимірювання швидкості течії гідрометричними млинками** виконуються на швидкісних вертикалях у створі, поділяються на точкові та інтеграційні.

**Точковий метод** полягає у вимірюванні швидкості течії в окремих точках на вертикалі. За робочою глибиною  $h$  розраховують глибини занурення млинка в точки на вертикалі. Вимірювання швидкості у точці повинно тривати **не менш 100 секунд**. Кількість точок вимірювань залежить від способу вимірювань: **детального, основного, скороченого**.

При **детальному** способі виміри швидкостей виконують:

**1)** якщо русло вільне від водної рослинності і льоду, в **п'яти точках** по глибині вертикалі, при умові, що глибина на порядок перевищує діаметр ( $d$ ) лопатевого гвинта ( $h \geq 10 \cdot d$ ): біля **поверхні води**, на  $0.2 \cdot h$ ,  $0.6 \cdot h$ ,  $0.8 \cdot h$ , та **біля дна**, при цьому вісь млинка повинна находиться на відстані **0,15 м** від поверхні води або дна для того, щоб виключити негативний вплив на покази приладу вітру, хвилювання, різних плаваючих предметів або нерівностей дна;

**2)** при **появі у руслі водної рослинності та льодяного покриву** до п'яти вказаних точок додається **шоста** – на  $0.4 \cdot h$ ; в цьому випадку точка **біля поверхні води** замінюється точкою **біля нижньої поверхні льоду**;

**3)** при **спеціальних дослідженнях** виміри здійснюються у **десяті точках** по глибині на вертикалі: **біля поверхні води** (біля нижньої поверхні льоду), на  $0.2 \cdot h$ ,  $0.3 \cdot h$ ,  $0.4 \cdot h$ ,  $0.5 \cdot h$ ,  $0.6 \cdot h$ ,  $0.7 \cdot h$ ,  $0.8 \cdot h$ ,  $0.9 \cdot h$  і **біля дна**.

При **основному і скороченому** способах швидкості вимірюються:

**1)** у **двох точка** на вертикалі:  $0.2 \cdot h$  та  $0.8 \cdot h$ , при  $h \geq 10 \cdot d$ ;

**2)** якщо глибина недостатня ( $h < 10 \cdot d$ ) то вимірюють в **одній точці** – на  **$0.6 \cdot h$  при вільному руслі** або  **$0.5 \cdot h$  при льодяному покриві чи водній рослинності**.

При основному способі обмежуються записом загального числа сигналів і загальної тривалості виміру, за певних умов або достатньої вивченості водного об'єкта тривалість виміру зменшують до **60 секунд**.

**Інтеграційний метод** застосовують рідше, але він дає більш точні результати. Виміри швидкості течії цим методом виконуються переміщенням млинка на вертикалі від поверхні води до дна і назад. Перевага інтеграційного вимірювання перед точковим – це скорочення вимірювального процесу і безперервна реєстрація швидкостей течії шляхом інтеграції за глибиною за час переміщення млинка. При інтеграційному способі можна поєднувати виміри глибини і середньої швидкості на вертикалі.

Для інтеграційного вимірювання швидкості використовують спеціально розроблений прилад “**Інтегратор ГР-101**” (рис. 3.1), який складається з вимірювального пульта, лебідки і вантажу, на кронштейні якого кріпиться млинок. До комплекту вимірювального пульта входить **метроном** – пристрій для регулювання швидкості вертикального переміщення млинка, яка залежить від глибини на вертикалі і відрізняється для гірських та рівнинних річок.

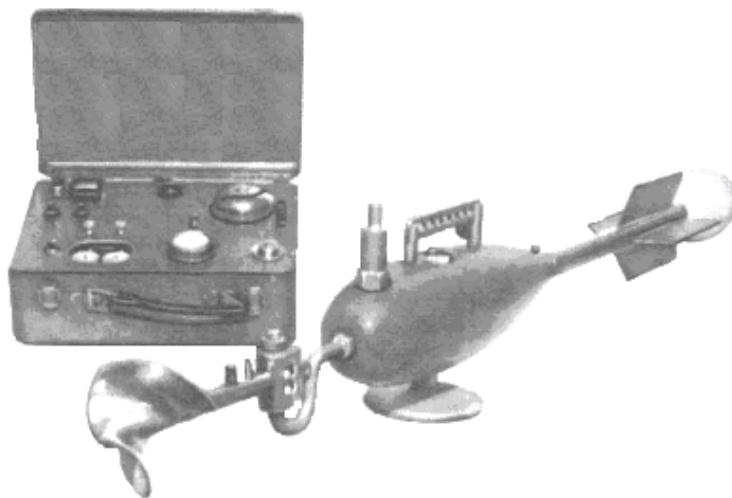


Рис. 3.1 – Прилад для інтеграційного вимірювання швидкості води ГР-101

### 3.2 Конструктивні особливості та правила експлуатації основних типів гідрометричних млинків

За сучасними даними в гідрометслужбі України використовується близько 2,5 тис. гідрометричних млинків.

**Гідрометричні млинки** – пристрой для вимірювання швидкості течії води, принцип дії яких заснований на взаємодії набігаючого потоку і ротора (лопатевого гвинта) млинка. Для кожного млинка існує чітка

залежність швидкості обертання ротора (об/с) та реальної швидкості потоку (м/с). Існує багато типів гідрометричних млинків, які розрізняють за формою гвинта, способом фіксації кількості обертів, опускання у воду. Спільним є те, що всі млинки складаються зі стандартних елементів: ходова частина з лопатевим гвинтом і контактним механізмом, корпус, стабілізатор напрямку, сигнальний пристрій. В ходовій частині вимірюється швидкість потоку, замикання контакту здійснюється через певну кількість обертів і сигналізується світловим та (або) звуковим бліманням або одразу фіксується на табло приладу. Корпус млинка призначений для кріплення до штанги (млинок можна насадити на гідрометричну штангу) або до тросу (є спеціальні карабіни для закріплення млинка на тросі). Ходова частина і корпус кріпляться стопорним гвинтом. Стабілізатор млинка утримує прилад паралельно течії та виключає вплив поперечних складових вектора швидкості потоку, підвищує стійкість млинка до умов потоку.

Практично важливими показниками млинка є:

1) геометричний крок лопатевого гвинта – дорівнює кроку гвинтової лінії, яка збігається із зовнішнім краєм лопаті;

2) початкова швидкість – це така швидкість, при якій силовий вплив потоку на лопатевий гвинт дорівнює опору (при цьому початкове обертання лопатевого гвинта нерівномірне і лише при збільшенні швидкості воно стає рівномірним);

3) інерційність гідрометричного млинка – це здатність лопатевого гвинта змінювати число обертів відповідно зміні швидкості течії води (мала інерційність млинка відповідає швидкому змінюванню числа обертів гвинта за одиницю часу при зміні швидкості течії, та навпаки, чим більша інерційність гвинта, тим повільніше змінюється число обертів при зміні швидкості течії), залежить від моменту інерції лопатевого гвинта;

4) компонентність млинка – це здатність реєструвати поздовжню складову швидкості потоку при косоструминній течії (при вимірюванні швидкостей води на гідрометричних створах млинки розміщують на штанзі так, щоб вісь була перпендикулярна до напряму створу; млинок, який може вимірюти проекцію вектора швидкості (компонент вектора), звуться **компонент-млинком**).

Для виміру швидкостей течії найчастіше використовують гідрометричні млинки типу **ГР-21 М, ГР-55, ГР-99 та «ИСТ» (вимірювач швидкості течії)**.

**Млинок ГР-21 М** (рис. 3.2) – складається з корпусу, лопатевого гвинта, в який вмонтована вісь і контактний пристрій. Хвіст є стабілізатором напряму течії. Фіксатором кількості обертів виступають дзвінок або лампа. В комплектації є електропровід довжиною 20 м, вертлюг, 2 карабіни для кріплення тросу і вантажу. Млинок працює в діапазоні швидкостей течії 0,04-5 м/с. Контакт замикається через кожні 20

обертів, живлення ЗВ. Для роботи треба зібрати млинок за схемою, закріпiti на штанзі (тросi), помістити на потрібну глибину. Вимірювання триває не менше 100 секунд, потім після чергового дзвінка вимірювання завершують. Рахують загальну кількість обертів ротора, потім кількість обертів за секунду, потім з тарувального графіка знімають відповідну швидкість потоку в точці вимірювань.

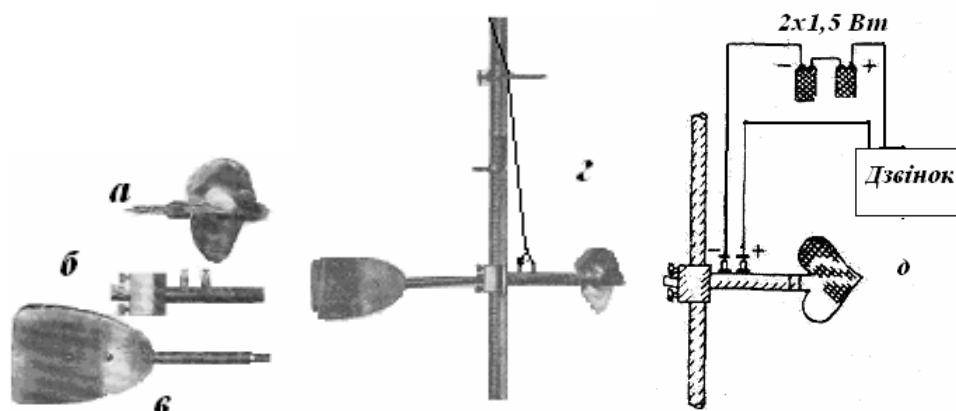


Рис. 3.2 - Гідрометричний млинок ГР-21М: а – лопатевий гвинт; б – корпус; в – стабілізатор; г – млинок на гідрометричній штанзі; д - електросхема.

**Млинок ГР-99** (рис. 3.3) – обладнаний електромеханічним лічильником для реєстрації кожного оберту ротора (контакт замикається через кожний оберт). Після збирання приладу і поміщення ротора на потрібну глибину вмикають живлення, при цьому одночасно працюють лічильник обертів і секундомір, після 100 секунд живлення вимикається і з лічильника знімають кількість обертів, рахують швидкість ротора (об/с), потім з допомогою тарувального графіка отримують швидкість. Прилад дуже точний (точність  $\pm 2\%$ ), працює в діапазоні швидкостей 0,06-5 м/с, гвинт досить чутливий до потоку. Недолік – великі габарити, механічні контакти. Живлення двоконтурне – лічильник 30 В, ротор 1,6 В.

**Млинок ГР-55** (рис. 3.4) – малогабаритний прилад для вимірювань швидкості в малих водотоках, діапазон швидкостей 0,05-5 м/с, є два гвинта (один для швидкостей менше 2,5 м/с, другий – для вимірювань з тросу при швидкостях 2,5-5 м/с).

**«ІСТ»** – автоматизований гідрометричний млинок нового покоління, в електронній пам'яті якого закладаються відомості про градуювання млинка, отож прилад сам рахує швидкість потоку (м/с), хоча можливість підрахунку швидкості обертання гвинта збережена. Прилад має живлення 6 В, компактні розміри, два режими осереднення – 60, 100 секунд, після яких прилад подає звуковий сигнал і висвічує швидкість на

електронному табло. Для різних швидкостей потоку в комплекті є два різних гвинта (діаметром 7 та 12 см). Перед застосуванням прилад треба запустити в тестовому режимі, в якому він видає контрольне число на табло, якщо воно співпадає з числом в технічній документації на прилад, можна працювати.

Для експериментальних досліджень застосовують **мікромлинки**.

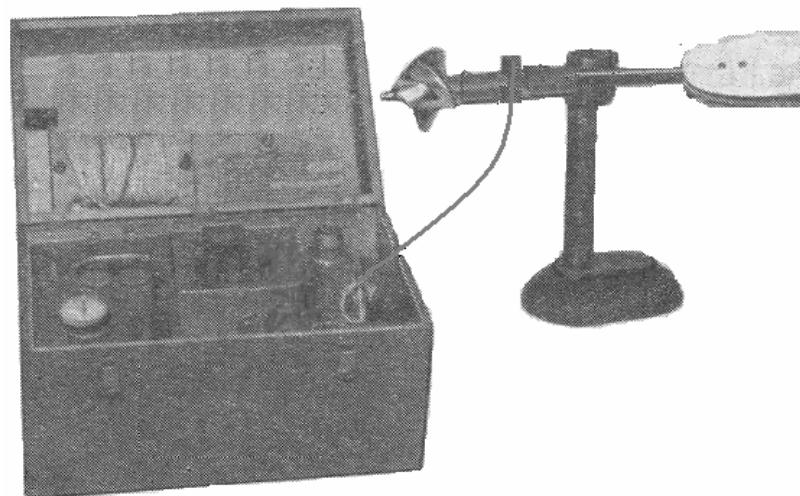


Рис. 3.3 – Гідрометричний млинок ГР-99

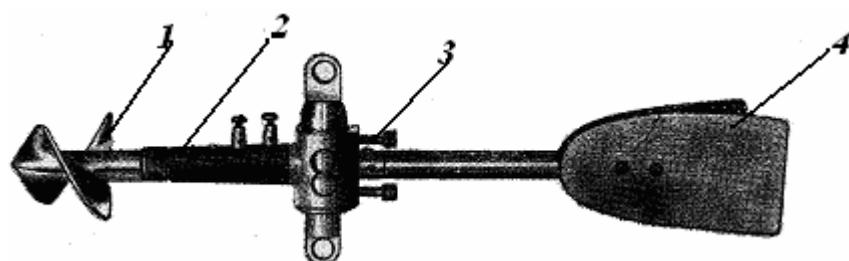


Рис. 3.4 – Гідрометричний млинок ГР-55: 1 – ходова частина; 2 – корпус; 3 – затискачі; 4 – стабілізатор.

### 3.3 Градуування гідрометричних млинків

**Тарування (градуування) гідрометричного млинка** – це процедура експериментального пошуку і встановлення залежності між реальною швидкістю потоку води і кількістю обертів лопатевого гвинта в секунду, яка регулярно (раз на два роки) виконується для кожного млинка індивідуально в спеціалізованих підрозділах гідрометслужби. Головна причина необхідності тарування – з часом млинок зношується і тому його покази потребують корегування. При таруванні в спеціальних каналах млинок багаторазово проганяється із наперед відомою швидкістю і

фіксується інтенсивність реагування його лопатевого гвинта на різні швидкості. Результати тарування обробляються графічно або аналітично. Складається таблиця переводу вимірюваної швидкості (об/с) млинка в швидкість потоку (м/с) і викреслюється графік цієї залежності  $V=f(n)$  на аркуші міліметровки.

Спочатку розраховують робочу таблицю заїздів:  $n=N/T$  (об/с),  $V=l/T$  (м/с). За розрахованими даними на міліметровці складають тарувальний графік  $V=f(n)$  по якому розраховують тарувальну таблицю і на осіах вже побудованого тарувального графіка будують другий більш детальний графік в меншому масштабі для  $n = 0 \dots 1,1$  об/с (рис. 3.5). Цей детальніший графік потрібен для підвищення точності, він дає змогу більш аргументовано знімати швидкість потоку при малих швидкостях обертання ротора в нижній частині кривої, бо тут вона має увігнутий вигляд. Ця ділянка кривої найбільш важлива з практичної точки зору. Її увігнутий характер пояснюється впливом турбулентності течії та інерційності ротора, після  $V=1,2$  м/с залежність швидкості потоку і обертання ротора майже лінійна, графік переходить в пряму (причина – локальні неоднорідності потоку згасають при зростанні його швидкості) – отож тут деталізація не потрібна. В подальшому обидві тарувальні криві є документом, який докладається до тарувального свідоцства і їх використовують при експлуатації млинка до наступного тарування.

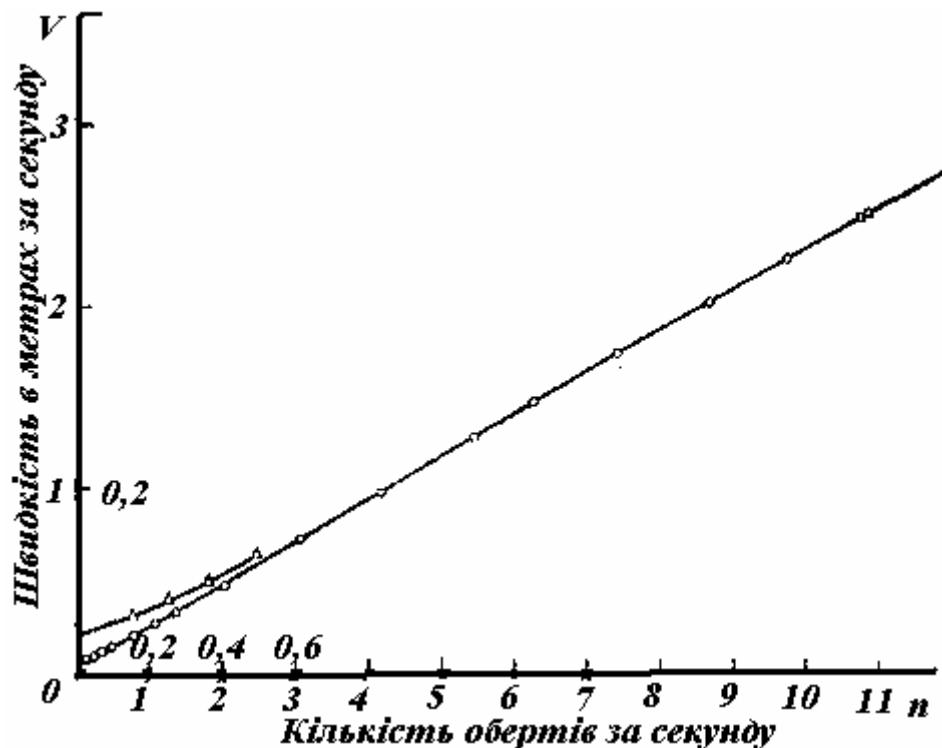


Рис. 3.5 - Тарувальна крива гідрометричного млинка

### 3.4 Визначення середньої швидкості течії на вертикалі аналітичним та графічним способами

Вимірювання швидкості на вертикалі виконується гідрометричним млинком в окремих точках, отож для обчислення середньої швидкості на вертикалі потрібно зробити ряд операцій. Спочатку знаходять **середні швидкості руху води у точках на вертикалі** (окрім тих випадків, коли швидкості вимірюють млинком “ІСТ”, або іншим, з автоматичною системою підрахунку швидкості). При вимірюванні швидкості руху води млинками **ГР-21 М** або **ГР-55** підраховується **число сигналів** ( $s_i$ ) і **час виміру швидкості в кожній точці** на вертикалі ( $t_i$ ), для подальшого розрахунку **суми обертів гвинта** ( $N_i$ ) виходячи з того, що для цих млинків **число обертів між сигналами** ( $Z_i$ ) дорівнює **20**:

$$N_i = Z_i \cdot s_i. \quad (3.1)$$

Для млинка **ГР-99**, та інших, з лічильником числа обертів лопатевого гвинта ( $N_i$ ) цю операцію робити не потрібно.

Далі розраховується кількість обертів за одну секунду ( $n_i$ , об/с), тобто швидкість обертів:

$$n_i = \frac{N_i}{t_i}. \quad (3.2)$$

Потім, з використанням таблиці тарування (градуювання) млинка, визначається **швидкість руху води в окремій точці** на вертикалі ( $V_i$ , м/с).

Отримавши швидкості у кожній точці на вертикалі, обчислюють середню швидкість на вертикалі ( $V_{\text{ср},j}$ , м/с), **аналітично або графічно**.

**Аналітичний** спосіб полягає у обчисленні за формулою в залежності від способу і кількості точок на вертикалі, окрім для випадків:

- 1) при вільному від льоду та рослинності руслі;
- 2) при наявності льодяного покриву та рослинності.

Формули даються в табл. 3.1. Індекси вказують на глибину, де було виміряно відповідну локальну швидкість.

Розрахувавши локальні швидкості, будують **епюри розподілу швидкостей** на вертикалі (зміну швидкості течії з глибиною) (рис. 3.6). Якщо швидкість від поверхні до дна спадає рівномірно, то форма епюри вважається **правильною**, в іншому випадку (коли швидкість з глибиною зростає) форма епюри **неправильна**.

Якщо вимірювання проводяться детальним способом при вільному руслі, то в залежності від форми епюри використовують різні формули для розрахунку середньої швидкості на вертикалі. В інших випадках епюру не будують.

Середня швидкість руху води у поперечному перерізі потоку ( $V_{cep}$ , м/с) розраховується як середньозважена величина за даними про витрату води та площа поперечного перерізу шляхом поділу витрати на площеу.

Таблиця 3.1 – Розрахунок середньої швидкості на вертикалі

Спосіб вимірювання швидкості в точках	Вільне русло
Детальний – правильна епюра	$V_{cep5} = 0,1(V_{nov} + 3V_{0.2} + 3V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_{ono})$
Детальний – неправильна епюра	$V_{cep5} = 0,05V_{nov} + 0,347(V_{0.2} + V_{0.6}) + 0,173V_{0.8} + 0,083V_{ono}$
Основний	$V_{cep2} = 0,5(V_{0.2} + V_{0.8})$
Скорочений	$V_{cep1} = V_{0.6}$ або $V_{cep1} = 0,9V_{0.2}$
Спец. дослідження	$V_{cep10} = 0,1(V_{nov} + V_{0.2} + \dots + V_{ono})$ В руслі є рослинність (або лід)
Детальний	$V_{cep6} = 0,1(V_{nov} + 2V_{0.2} + 2V_{0.4} + 2V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_{ono})$
Основний	$V_{cep2} = 0,5(V_{0.2} + V_{0.8})$
Скорочений	$V_{cep1} = 0,9V_{0.5}$
Спец. дослідження	$V_{cep3} = 0,33(V_{0.15} + V_{0.5} + V_{0.85})$

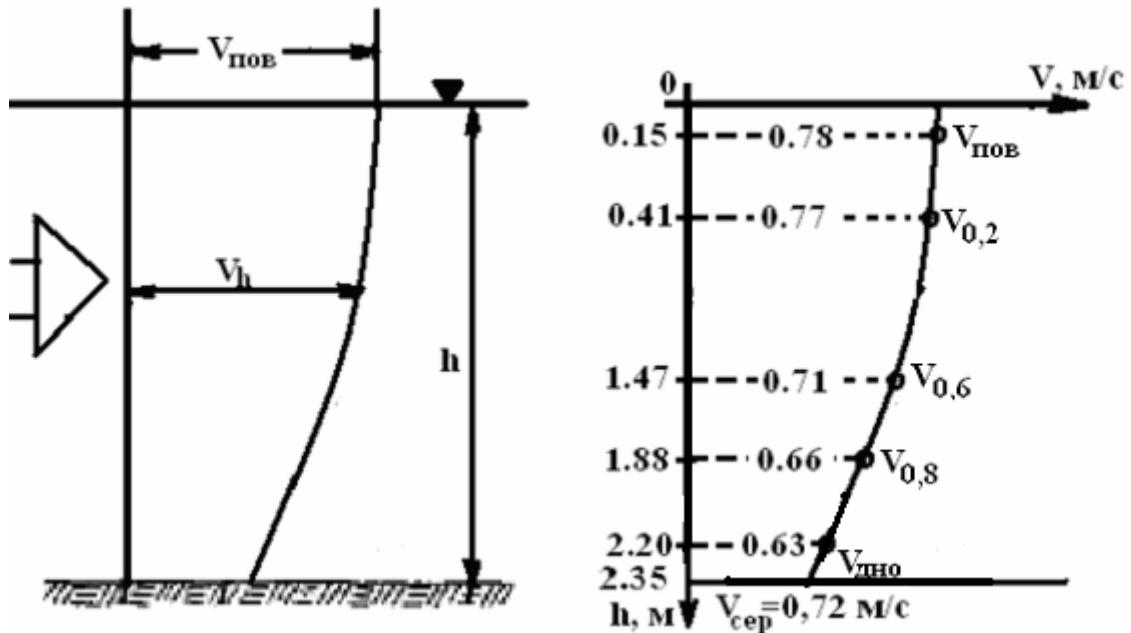


Рис. 3.6 – Правильна епюра розподілу швидкостей течії на вертикалі

Точність розрахунку середньої швидкості на вертикалі аналітічним способом залежить від способу вимірювань локальних швидкостей: детальний спосіб має  $\pm 6\%$ ; основний має  $\pm 10\%$ ; скорочений  $\pm 12\%$ .

**Графічний** спосіб найбільш точний і полягає у побудові на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub> за виміряними даними епюри розподілу швидкостей на вертикалі. Масштаб обирають за даними табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Масштаби побудови епюри швидкості

Для глибин		Для швидкостей	
h <sub>max</sub> (м)	Масштаб (м/см)	V <sub>max</sub> (м/с)	Масштаб (м/с в 1 см)
< 2	0,2	$\leq 0,5$	0,1
2-10	1	0,5-1	0,2
>10	2	>1	0,5

При побудові епюри треба мати на увазі, що локальні швидкості для «поверхні» і «дна» відкладаються на 15 см відстані (в глиб від поверхні, над дном). Далі, знаходять ціну поділки 1 см<sup>2</sup> побудованої епюри (помноживши вертикальний і горизонтальний масштаби). Далі методом палетки знаходять геометричну площину епюри (см<sup>2</sup>), помноживши її на ціну поділки площині отримують істинну площину епюри (F). Знаючи глибину вертикалі, обчислюють середню швидкість (м/с) за формулою:

$$\bar{V} = \frac{F}{h}. \quad (3.3)$$

### 3.5 Завдання до практичної роботи №3

#### Завдання 1.

Потрібно: скласти теоретичну записку до роботи № 3 шляхом відповідей на наступні контрольні питання:

1. Методи вимірювання швидкості течії води.
2. Як здійснюють визначення середньої швидкості на вертикалі основним, скороченим і детальним способами при вільному руслі і льодоставі?
3. Які основні типи гідрометричних млинків використовуються в гідрометричній практиці?
4. Основні характеристики млинків різних типів.
5. Метод тарування гідрометричних млинків та його результати.
6. Визначення середньої швидкості руху води у точці.
7. Визначення середньої швидкості течії на вертикалі та у поперечному перерізі потоку.

## **Завдання 2.**

Потрібно: побудувати тарувальний графік для млинка ГР-21М.

Хід роботи: згідно варіанта (додаток, табл. В.1–В.8) провести обчислення і заповнити таблицю «Результати тарування гідрометричного млинка» - обчислити  $n=N/t$ ,  $V=l/t$ . За отриманими даними звичайним олівцем побудувати на міліметровці формату А<sub>4</sub> першу тарувальну криву  $V=f(n)$ . За рекомендаціями викладача розрахувати і заповнити тарувальну таблицю перевода швидкості ротора в швидкість потоку, побудувати другу детальну тарувальну криву. Приклад вигляду тарувального графіка наведено на рис. 3.5.

## **Завдання 3.**

Потрібно: розрахувати середню швидкість на вертикалі графічно і аналітично.

Хід роботи: згідно варіанта (додаток, табл. В.9–В.16) за допомогою отриманої в попередньому завданні тарувальної кривої заповнити таблицю, провести обчислення за відповідною формулою для детального способу середньої швидкості на вертикалі. Для визначення форми епюри на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub> побудувати епюру швидкості по глибині  $i$ , виходячи з її правильності чи неправильності, застосувати відповідну формулу розрахунку швидкості для детального способу. Потім обчислити середню швидкість на вертикалі графічним способом, як це описано в розділі 3.4. Порівняти отримані результати за аналітичним і графічним способами.

# **4 ПРАКТИЧНА РОБОТА №4**

## **«ГІДРОМЕТРИЧНИЙ СТВОР. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМУ ГІДРОСТВОРУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ»**

### **4.1 Визначення швидкостей течії поверхневими поплавцями**

Для вимірювання швидкостей течії води широко застосовують **поплавці**, вважаючи, що швидкість їх руху дорівнює швидкості течії. Вони є декількох типів: поверхневі, глибинні, інтегратори.

**Поверхневі поплавці** (рис. 4.1) роблять з дерева, чіпляють червоні прaporці, для стійкості додають вантаж. Вимірюна ними швидкість вважається середньою по траекторії, тому середні швидкості потоку в створі і конкретного поплавця не співпадають. Поверхневі поплавці не можна застосовувати у вітряну погоду (вітер більше 6 м/с) та за великого хвилювання, засміченості русла.

**Глибинні поплавці** (рис. 4.2) дозволяють робити більш точні вимірювання течії на певній глибині, вони корисні, коли швидкості течії дуже малі і поверхневі поплавці використати неможливо.

**Поплавці – інтегратори** (рис. 4.3) дають середню швидкість по глибині потоку, тому досить точні. Для розрахунку швидкості потоку використовують інтенсивність руху таких поплавців від дна до поверхні води. Їх виготовляють з парафіну, пластмасс, дерева, масла. Діапазон швидкості течії має становити 0-5 см/с, тому застосування таких поплавців обмежане.

**Гідроствор** – це поперечний переріз потоку по лінії створу, розташований  **нормальню** (перпендикулярно) до **середнього напрямку течії**, в якому вимірюють витрати води. Загальне місце розташування гідроствору визначається комплексом місцевих умов. Напрямок гідроствору для поодиноких вимірювань обирають візуально, для постійних гідрометричних робіт потрібно ретельно визначити напрямок створу, для чого застосовують поверхневі поплавці або гідрометричні млинки і струменеміри.

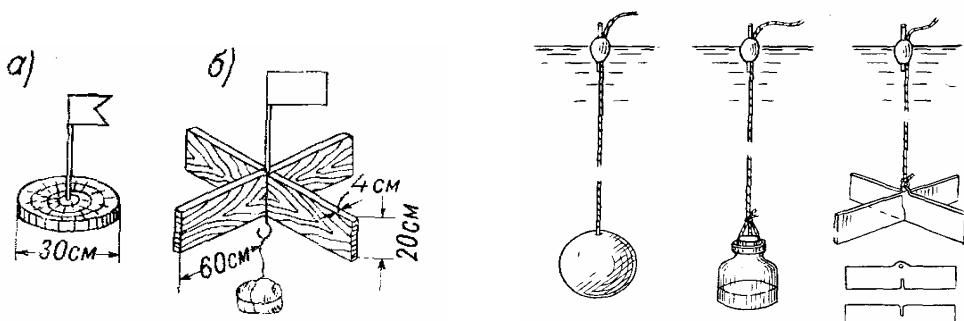


Рис. 4.1 - Поверхневі поплавці:  
а – для малих річок;  
б – для великих річок.

Рис. 4.2 - Глибинні поплавці:

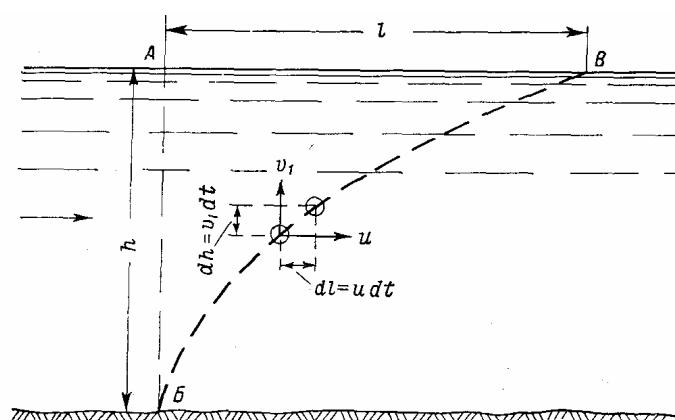
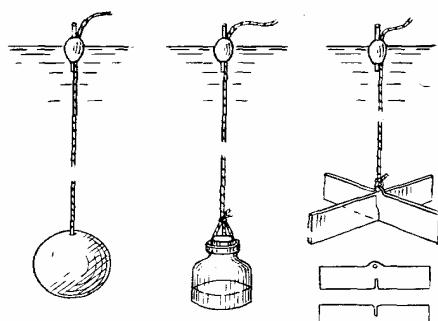


Рис. 4.3 – Принцип роботи поплавця-інтегратора

## **4.2 Визначення напряму гідрометричного створу за допомогою поверхневих поплавців**

Порядок визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями:

- 1) обирають прямолінійну характерну ділянку річки довжиною у дві ширини річки;
- 2) розбивають магістраль на березі, по якій тичками перпендикулярно закріплюються 3 поперечники на відстані 0,5–1 ширини річки, в 10 м вище першого поперечника призначають пусковий ствір;
- 3) на березі встановлюють теодоліт, з пускового створу по черзі пускають 15-20 поплавців;
- 4) на всіх створах теодолітом фіксується місце перетину поплавцем верхнього, середнього, нижнього створу (у вигляді кута або відстані від постійного початку - магістралі) і час ходу (секундоміром) між створами (розраховують швидкості руху поплавців  $V=L/t$  );
- 5) запис вимірювань теодолітом і секундоміром ведуть у таблицях, за вимірюними даними розраховують швидкості ходу поплавців від верхнього до нижнього створу;
- 6) на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub> відкладають магістраль, створи, урізи берегів в них, траєкторії ходу поплавців від верхнього до нижнього створу;
- 7) будують вектори швидкостей ходу поплавців в середньому створі у відповідному масштабі, напрям векторів береться по траєкторії ходу поплавців від верхнього до середнього створу;
- 8) по локальних векторах швидкостей у нижній частині графіка будують векторний багатокутник швидкостей (сполучають всі локальні вектори швидкостей, зберігаючи їх довжину і напрямок) і визначають його рівнодіючу, сполучивши початок і кінець багатокутника прямою;
- 9) істинний напрямок гідроствору визначається шляхом проведення нормалі (перпендикуляру) до рівнодіючої багатокутника, на місцевості істинний гідроствор закріплюють віхами і по ньому проводять вимірювання витрат води.

Схема графічного оформлення робіт наведена на рис. 4.4.

## **4.3 Визначення напряму гідрометричного створу за допомогою гідрометричних млинків і струменемірів**

Порядок визначення напрямку гідроствору за допомогою гідрометричних млинків і струменемірів:

- 1) в створі призначаються промірні і швидкісні вертикали (швидкісні призначають через одну промірну, всього до 10 вертикалей);
- 2) в створі виконуються промірні роботи;

3) на кожній швидкісній вертикалі на  $0,6h$  вимірюють швидкість і напрямок течії (якщо треба детально встановити характер течії, роблять 5 точок – як при детальному способі);

4) для кожної швидкісної вертикалі обчислюють елементарну витрату води  $q_{el} = hv$ ;

5) обчислюють часткові витрати води між швидкісними вертикалями за виразом  $q_{част} = q_{el} * b$  ( $b$  – відстань між швидкісними вертикалями);

6) в масштабі на кожній швидкісній вертикалі відкладають вектори часткових витрат з врахуванням їх напрямку;

7) шукають заміkalний вектор, перпендикулярно до якого відкладають напрямок справжнього гідрометричного створу.

Вказане пояснюється на рис. 4.5.

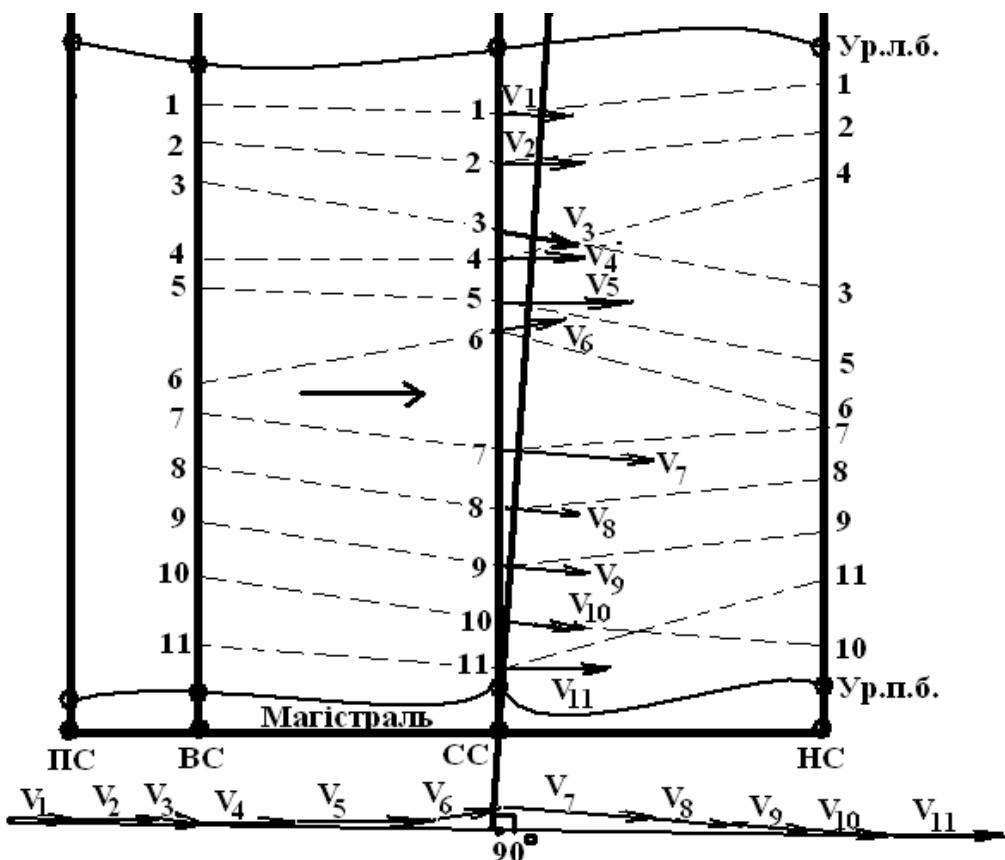


Рис. 4.4 – Схема визначення напрямку гідроствору за допомогою поверхневих поплавців

**Умовні позначення:** ПС – пусковий створ; ВС, СС, НС – верхній, середній, нижній створи відповідно;  $V_1 \dots V_{11}$  – вектори локальних швидкостей ходу окремих поплавців від ВС до НС.

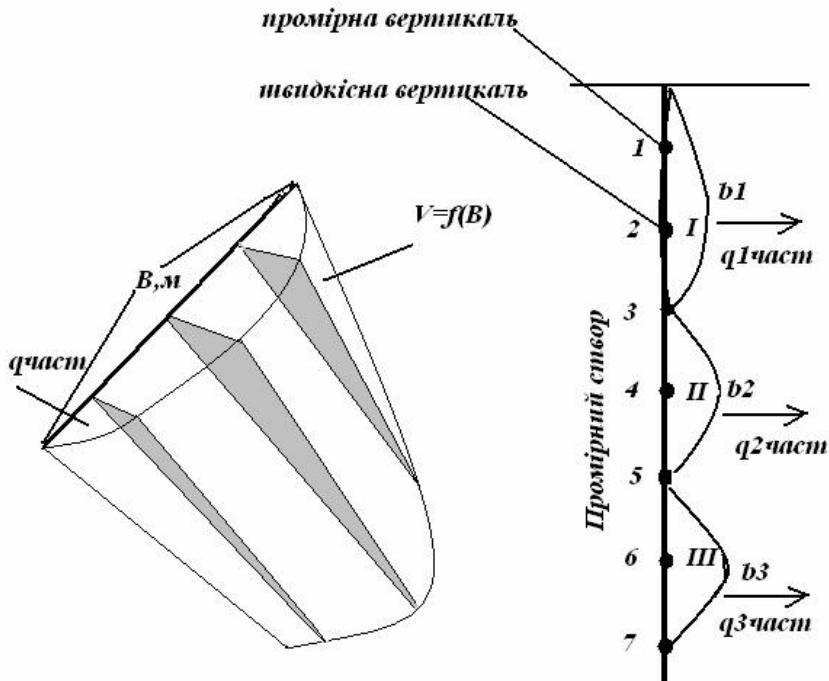


Рис. 4.5 – Схема визначення підрахунку часткових витрат води при визначенні напрямку гідроствору за допомогою гідрометричних млинків і струменемірів

**Умовні позначення:**  $B$  – ширина річки, м;  $b$  – відстань між швидкісними вертикалями, м;  $q_{част}$  – часткові витрати води між швидкісними вертикалями)

#### 4.4 Завдання до практичної роботи №4

##### Завдання 1.

Потрібно: скласти теоретичну записку до роботи № 4 шляхом відповідей на наступні контрольні запитання:

1. Які основні типи гідрометричних поплавців використовуються в практичних дослідженнях?
2. Порядок дій при визначенні напрямку гідроствору за допомогою поверхневих поплавців.
3. Порядок дій при визначенні напрямку гідроствору за допомогою гідрометричних млинків і струменемірів.
4. Чому важливо визначити саме істинний напрямок гідроствору?

##### Завдання 2.

Потрібно: визначити напрямок гідроствору за допомогою поверхневих поплавців.

Хід роботи: згідно варіанта (додаток, табл. Г.1–Г.8) розрахувати

швидкості ходу кожного поплавця, на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub> побудувати створи, відмітити місця перетину поплавцями верхнього, середнього, нижнього створу, провести траєкторії ходу, побудувати векторний багатокутник і визначити напрям справжнього гідроствору, як це показано на рис. 4.4 та описано в пункті 4.2.

## **5 ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 «РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ, ВИМІРЯНИХ ПОВЕРХНЕВИМИ ПОПЛАВЦЯМИ ГРАФО-АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ»**

### **5.1 Витрати води та способи їх вимірювання**

**Витрата води ( $Q$ )** – це кількість води, яка протікає через поперечний переріз потоку за секунду, вимірюється в кубічних метрах (або літрах) за секунду ( $\text{м}^3/\text{s}$ ,  $\text{l}/\text{s}$ ). Це важлива гідроекологічна характеристика, яка характеризує динамічні умови формування якості води у водотоках.

Вимірювання витрат води проводять двома методами:

- 1) прямі вимірювання (мірна посуда);
- 2) непрямі вимірювання (приладами вимірюють елементи потоку, згодом розрахунковим шляхом визначають витрату води по моделі «швидкість-площа» за формулою:

$$Q = wv, \quad (5.1)$$

де  $Q$  – витрата води;  $w$  – площа водного перерізу;  $v$  – швидкість течії.

### **5.2 Порядок робіт при вимірюванні витрат води поверхневими поплавцями**

В багатьох випадках для вимірювання витрат води застосовують поверхневі поплавці, що дозволяє порівняно легко отримати досить точний результат. На річці попередньо розбивають магістраль та чотири створи: пусковий, верхній, середній, нижній. Всього пускають 15-20 поплавців, фіксують час їх ходу від верхнього до нижнього створу та місце перетину ними середнього створу (відстань береться в метрах від постійного початку, тобто від магістралі). В середньому створі заздалегідь роблять проміри глибин для подальшого розрахунку площ водного перерізу між швидкісними вертикалями, які наносять на графік профілю поперечного перерізу. Також під час польових робіт проводять спостереження за рівнем води (фіксують рівень води на початок та кінець роботи, як середньоарифметичне отримують робочий рівень). Всі записи роблять в польову книжку КГ-7М(н), заповнюють там таблицю «Прийняті дані».

- Вихідні дані: 1) відстань від верхнього до нижнього створів;  
 2) тривалість ходу поплавців між цими створами;  
 3) місце перетину поплавцями середнього створу;  
 4) дані промірів глибин по середньому створу.

Хід визначення витрат води:

- 1) обчислюють поверхневу швидкість руху кожного поплавця за формулою  $V=l/t$ ;
- 2) на міліметровці формату А<sub>4</sub> (або клітчатці книжки КГ-7М(н)) будують в обраному масштабі епюру швидкостей руху поплавців по ширині річки  $V=f(B)$  (по полю локальних швидкостей окремих поплавців проводять плавну осереднену лінію);
- 3) аналізуючі епюру, намічають на ній швидкісні вертикали через рівні проміжки, сполучаючи їх з промірними вертикалями;
- 4) знімають з епюри поверхневу швидкість течії в кожній швидкісній верикалі;
- 5) за даними промірів обчислюють площі водного перерізу між швидкісними вертикалями ( $w_i$ );
- 6) обчислюють фіктивну витрату води в створі ( $Q_\phi = \sum Q_{\phi i}$ );
- 7) обчислюють коефіцієнт переходу ( $K$ ) від фіктивної витрати води ( $Q_\phi$ ) до дійсної ( $Q_d$ ) і розраховують дійсну витрату води  $Q_d$ .

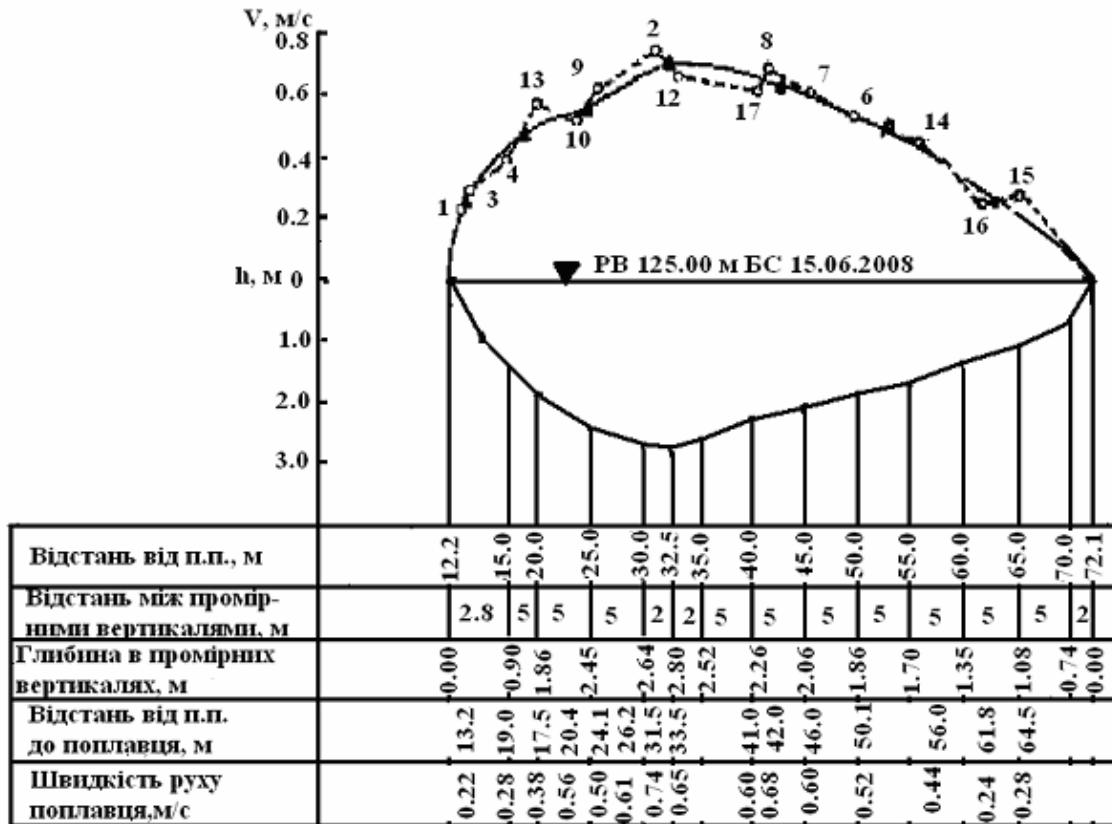


Рис. 5.1 – Розрахунок витрати води поверхневими поплавцями

### 5.3 Обчислення повної витрати води в гідростворі

Спосіб розрахунку витрат води поверхневими поплавцями дозволяє обчислити **фіктивну витрату води** ( $Q_\phi$ ) – це умовна витрата води, яка обчислена для даного створу з припущенням, що швидкість течії в річці не змінюється від поверхні до дна (таку швидкість дають нам поверхневі поплавці). Але в реальності швидкісне поле з глибиною значно змінюється, іноді навколо берегів (якщо русло заростає або засмічене) виникають застійні ділянки, де течія взагалі відсутня або змінює напрямок – так званий «мертвий простір»). Тому, щоб отримати дійсну витрату води ( $Q_\delta$ ) вводиться відповідний понижуючий коефіцієнт переходу ( $K$ ), який враховує неоднорідність поля течії в створі.

Розрахункова формула для обчислення фіктивної витрати води в створі має вигляд:

$$Q_\phi = kv_1 w_0 + \frac{v_1 + v_2}{2} w_1 + \dots + \frac{v_{n-1} + v_n}{2} w_{n-1} + kv_n w_n, \quad (5.2)$$

де  $k$  – прибережний коефіцієнт;  $v_1 \dots v_n$  – поверхневі швидкості на призначених умовних швидкісних вертикалях, які знімають з епюри  $V=f(B)$  (графіка розподілу поверхневих швидкостей по ширині річки) (м/с);  $w_1 \dots w_n$  – площині водного перерізу між швидкісними вертикалями ( $\text{м}^2$ ).

Коефіцієнт  $k$  залежить від характеру прибережної ділянки створу:

- 1) берег пологий з нульовою відміткою на урізі ( $k=0,7$ );
- 2) берег урвищий або нерівна стінка ( $k=0,8$ );
- 3) гладенька стінка ( $k=0,9$ );
- 4) наявність «мертвого простору» ( $k=0,5$ ).

Дійсна витрата води обчислюється за формулою:

$$Q_\delta = K Q_\phi. \quad (5.3)$$

Для обчислення  $K$  можна використовувати різні способи:

- 1) одночасно вимірюти витрату води млинком та поверхневим поплавцями, тоді застосувати формулу:

$$K = \frac{Q_{ml}}{Q_{popl}} = \frac{\bar{v}_{ml}}{v_{popl}} ; \quad (5.4)$$

- 2) за нормами «Наставлений...» [4,8] залежно від ширини річки;
- 3) за емпірічними формулами з використанням коефіцієнта Шезі ( $C$ ):

$$K = \frac{C}{C + 6} = \frac{C^{2/3}}{C^{2/3} + 1.6}. \quad (5.5)$$

Якщо вимірювання витрат води проводилось поверхневими поплавцями, які запускались лише на стрижень річки, то повна витрата води обчислюється так:

- 1) обчислюють площа живого перерізу (за даними промірів);
- 2) визначають максимальну поверхневу швидкість течії;
- 3) обчислюють фіктивну витрату:

$$Q_\phi = v_{\max} W; \quad (5.6)$$

- 4) визначають дійсну витрату води:

$$Q_o = Q_\phi K^*, \quad (5.7)$$

$$K^* = \frac{\bar{V}_w}{V_{\max}} = \frac{C}{1.34C + 6}, \quad (5.8)$$

де  $\bar{V}_w$  - середня швидкість по живому перетину,  $V_{\max}$  - максимальна поверхнева швидкість.

#### 5.4 Заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-7М(н)

За підсумками розрахунку витрат води в польовій книжці КГ-7М(н) заповнюють таблицю «Прийняті дані», куди вносять кінцевий результат обчислень. Приклад дається в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Прийняті дані по розрахунку витрат води поверхневими поплавцями в книжці КГ – 7 М (н)

Робочий рівень $H_{rob}$ , см	$Q$ , $\text{м}^3/\text{с}$	$W$ , $\text{м}^2$	$B$ , м	Глибина, м		Швидкість, м/с		Метод вимірювань	Метод обчислення	$K$	$I$ , %
				$h_{sep}$	$h_{max}$	$V_{sep}$	$V_{max}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
								детальний	Графо-аналітичний		-

Заповнення таблиці потребує деяких пояснень. Дані для стовбців №№ 1,3,4,5,6 отримують з накресленого профілю водного перерізу створу і розрахованим його морфометричним характеристикам. Стовбчик №2 заповнюють витратою води, розрахованою за формулою 5.3, стовпці № 7-8

заповнюють так:  $V_{cep} = Q_o/W$ ;  $V_{max}$  – знімають максимальну швидкість з побудованої епюри. Коефіцієнт  $K$  визначають як описано в п. 5.3, уклон водної поверхні  $I$  визначають при польових роботах.

## 5.5 Завдання до практичної роботи №5

### Завдання 1.

Потрібно: скласти теоретичну записку до роботи № 5 шляхом відповідей на наступні контрольні запитання:

1. Поняття «витрати води» та способи її вимірювання.
2. Які роботи потрібно виконати, щоб в польових умовах виміряти витрату води поверхневими поплавцями?
3. Фізічна суть прибережного коефіцієнту  $k$ .
4. Чому в гідрометрії вживають поняття «дійсна» та «фіктивна» витрати води?
5. Порядок заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-7М(н).

### Завдання 2.

Потрібно: розрахувати графо-аналітичним способом витрату води, виміряну поверхневими поплавцями.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток, табл. Д.1–Д.8) розрахувати швидкості ходу кожного поплавця, робочий рівень; на аркуші міліметровки формату А<sub>4</sub> побудувати зуміщений графік епюри швидкостей поплавців та профіль водного перерізу річки в створі (приклад рис. 5.1), на епюрі вибрать п'ять швидкісних вертикалей (через одну промірну), зняти в них швидкість течії, заповнити табл. Д.9. В ній потрібно розрахувати часткові витрати між швидкісними вертикалями і фіктивну витрату води за формулою 5.2 (коефіцієнт  $k$  прийняти рівним 0,8). Потім обчислити дійсну витрату води за формулою 5.3 (коефіцієнт  $K$  прийняти рівним 0,8). Нарешті скласти та заповнити таблицю «Прийняті дані».

## 6 ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 «РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ, ВИМІРЯНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИМИ МЛІНКАМИ АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ»

### 6.1 Загальні відомості

В разі необхідності отримати максимально надійну витрату води з мінімальними похибками використовують гідрометричні млинки. Принцип методу заснований на моделі «швидкість-площа», в кожній швидкісній

вертикалі в точках по глибині вимірюють швидкість, потім обчислюють загальну витрату в створі. По аналогії з вимірюванням швидкості на вертикалі, існують такі **способи вимірювання витрати води млинком: детальний, основний, скорочений**. При цьому відносна похибка  $\pm 6$ ,  $\pm 10$ ,  $\pm 12\%$  відповідно.

Схема розташування гідрометричного млинка на швидкісній вертикалі при детальному способі наводиться на рис. 6.1.

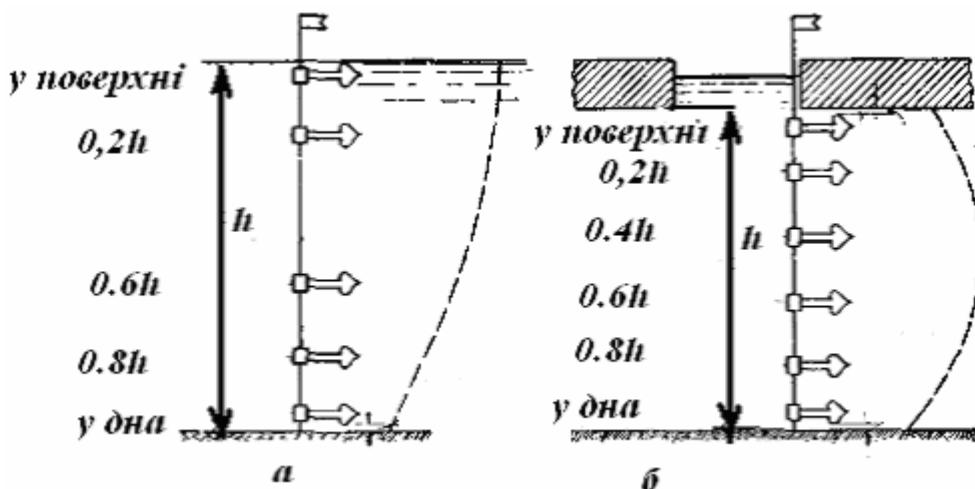


Рис. 6.1 – Схема розташування млинка на вертикалі при детальному способі вимірювань: а) за вільного русла; б) за наявності льоду.

## 6.2 Порядок робіт при вимірюванні витрат води гідрометричними млинками

Порядок робіт при вимірюваннях витрат води гідрометричними млинками наступний:

- 1) підготовка та перевірка приладів;
- 2) розбивка та закріплення гідроствору (магістраль+визначення напрямку поверхневими поплавцями);
- 3) проведення необхідних промірних робіт в створі;
- 4) вимірювання млинком швидкостей течії в точках по глибині на швидкісних вертикаллях (за потреби користуючись тарувальною кривою млинка);
- 5) розрахунок середніх швидкостей на вертикаллях за формулами відповідно до обраного способу вимірювань (табл. 3.1);
- 6) обробка даних промірів – побудова на міліметровому папері профілів водного перерізу в створі, розрахунок площі поперечного перерізу;
- 7) обчислення витрати води (формула 6.1);
- 8) заповнення таблиці «Прийняті дані» у польовій книжці КГ-ЗМ(н).

### 6.3 Обчислення повної витрати води в гідростворі

Розрахункова формула для обчислення фіктивної витрати води в створі має вигляд:

$$Q = kv_1w_0 + \frac{v_1 + v_2}{2}w_1 + \dots + \frac{v_{n-1} + v_n}{2}w_{n-1} + kv_nw_n, \quad (6.1)$$

де  $k$  – прибережний коефіцієнт;  $v_1\dots v_n$  – середні швидкості на обраних швидкісних вертикалях (м/с);  $w_1\dots w_n$  – площі водного перерізу між швидкісними вертикалями ( $\text{м}^2$ ).

Коефіцієнти  $k$  визначаються аналогічно роботі 5.

### 6.4 Заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-ЗМ(н)

За підсумками розрахунку витрат води в польовій книжці КГ-ЗМ(н) заповнюють таблицю «Прийняті дані», куди вносять кінцевий результат обчислень. Приклад дається в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Прийняті дані по розрахунку витрат води гідрометричним млинком

Робочий рівень $H_{роб}$ , см	$Q$ , $\text{м}^3/\text{с}$	$W$ , $\text{м}^2$	$B$ , м	Глибина, м		Швидкість, м/с		Метод вимірювань	Метод обчислення	$I$ , %
				$h_{cep}$	$h_{max}$	$V_{cep}$	$V_{max}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
								детальний	аналітичний	-

Заповнення таблиці потребує деяких пояснень. Дані для стовбців №№ 1,3,4,5,6 отримують з накресленого профілю водного перерізу створу і розрахованим його морфометричним характеристикам. Стовбчик №2 заповнюють витратою води, розрахованою за формулою 6.2, стовпці № 7-8 заповнюють так:  $V_{cep}=Q_d/W$ ;  $V_{max}$  – визначають з вимірюваних точкових швидкостей. Уклон водної поверхні  $I$  визначають при польових роботах.

## **6.5 Завдання до практичної роботи №6**

### **Завдання 1.**

Потрібно: скласти теоретичну записку до роботи № 6 шляхом відповідей на наступні контрольні запитання:

1. Модель «швидкість-площа» та її реалізація.
2. Способи вимірювання витрати води за допомогою гідрометричного млинка?
3. Які роботи необхідно здійснити, щоб організувати та провести вимірювання витрати води гідрометричним млинком?
4. Обчислення витрат води, виміряних гідрометричним млинком.
5. Порядок заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-3М(н).

### **Завдання 2.**

Потрібно: розрахувати витрати води, виміряну за допомогою гідрометричного млинка аналітичним способом.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток, табл. Ж.1 –Ж.8) обробити дані промірів у створі та побудувати на міліметровці формату А<sub>4</sub> профіль водного перерізу в створі річки, обчислити площі водного перерізу, морфометричні показники створу. За варіантом (табл. Ж.9–Ж16) обробити дані вимірів на швидкісних вертикалях в створі гідрометричним млинком детальним способом. Для переходу від швидкості обертання ротора ( $n$ , об/с) до істинної швидкості течії в точці ( $V$ , м/с) застосовувати тарувальну криву, яка для даного варіанта була отримана в роботі 3. На міліметровці формату А<sub>4</sub> для кожної швидкісної вертикалі побудувати епюру швидкості по глибині  $i$ , виходячи з форми епюри, застосувати відповідну формулу розрахунку середньої швидкості течії на вертикалі для детального способу (табл. 3.1). За формулою 6.1 порахувати витрату води (коєфіцієнти  $k$  0,8) та заповнити таблицю Ж.17. Скласти і заповнити таблицю «Прийняті дані».

## **7 ЗАХИСТ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ЗГІДНО ВИМОГ КРЕДИТНО - МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ В ОДЕКУ**

Практичні роботи з дисципліні «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання)» виконуються протягом навчального семестру і підлягають захисту, під час якого студент має показати набутий ним рівень знань зожної конкретної теми. Також систематично проводиться усне опитування студентів на

практичних заняттях. Контроль та оцінювання поточних знань виконується на базі кредитно – модульної системи організації навчання в ОДЕКУ. Підсумковим контролем по дисципліні є іспит.

Оцінки за окремими практичними роботами становлять два практичних змістовних модулі ( $3M-P_1$ ,  $3M-P_2$ ), які разом з двома лекційними змістовними модулями ( $3M-L_1$ ,  $3M-L_2$ ) формують загальну суму балів і впливають на підсумкову оцінку за дисципліну.

Максимально можлива сума балів за дисципліну складає 50, з яких на теоретичну частину ( $3M-L_1 + 3M-L_2$ ) припадає 20 балів, на практичну ( $3M-P_1 + 3M-P_2$ ) припадає 30 балів (структуря практичної частини дисципліни подана в табл. 7.1).

Процедура здійснення поточного і заключного контролю знань студентів, отримання допуску до іспиту, а також методологія проведення та критерії оцінювання знань студентів наведені в діючих в ОДЕКУ положеннях та інструкціях і детально висвітлені в робочій програмі дисципліни "Методи гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання)".

Таблиця 7.1 – Структура практичної частини дисципліни «МГМВ (гідрологічні вимірювання)»

Змістовний модуль	Розділи (роботи)	Завдання	Контрольні заходи	Термін (№ тижня)
3M-П1	1. Методи спостережень за рівнями води на водостках	1. Підготовка матеріалів практичних робіт (ПР) 2. Підготовка до усного опитування (УО)	УО під час практичних робіт Захист матеріалів ПР	1-2
	2. Виконання промірних робіт на водних об'єктах			3-4
	3. Визначення швидкостей течії води. Гідрометричні млинки та їх градуування			5-8
3M-П2	1. Гідрометричний створ. Визначення напряму гідроствору для вимірювання витрат води	1. Підготовка матеріалів практичних робіт (ПР) 2. Підготовка до усного опитування (УО)	УО під час практичних робіт Захист матеріалів ПР	9-10
	2. Розрахунок витрат води, вимірюваних поверхневими поплавцями графо-аналітичним способом			11-12
	3. Розрахунок витрат води, вимірюваних гідрометричними млинками аналітичним способом			13-14
Разом за практичну частину дисципліни				30 балів

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

- 1.** Колодєєв Є.І., Чернов М.І. Основи річкової гідрометрії. Навчальний посібник. – Одеса: “ТЭС”, 2002. – 159 стор.
- 2.** Колодєєв Є.І., Чернов М.І., Швебс О.Г. Лабораторний практикум з гідрометрії. Навчальний посібник. – Одеса: “ТЭС”, 2004. – 105 стор.
- 3.** Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 448 с.
- 4.** Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрологические наблюдения на постах. Выпуск 2, часть 2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 264 с.
- 5.** Карасев И.Ф., Васильев А.В. Субботина Е.С. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 376 с.
- 6.** Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. – Л: Гидрометеоиздат, 1972. – 448 с.
- 7.** Лучшева А.А. Практическая гидрометрия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 424 с.
- 8.** Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках. Выпуск 6, часть 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 384 с.

## **ДОДАТОК**

Таблиця А.1 – Варіанти та початкові дані для проектування пальового водпоста, р. Дністер – с. Троїцьке

№ п/п варіанту	№ п/п репера і вимірювальних точок	Відстань від репера, м	Відмітка, м БС	Відмітка РВВ, м БС	Відмітка РНВ, м БС
1	2	3	4	5	6
1	Рп1	0,00	48,12	43,66	39,96
	1	25,31	47,00		
	2	42,53	44,56		
	3	58,69	43,26		
	4 (уріз води)	67,52	42,56		
	5	71,23	42,11		
	6	80,16	41,89		
	7	88,21	41,09		
	8	97,32	40,00		
	9	106,22	39,29		
2	Рп1	0,00	46,80	43,57	39,60
	1	12,35	46,00		
	2	35,63	42,02		
	3	41,04	41,94		
	4 (уріз води)	47,22	41,24		
	5	49,81	40,79		
	6	56,06	40,57		
	7	61,69	39,77		
	8	68,06	38,26		
	9	74,28	37,97		
3	Рп1	0,00	51,48	46,89	42,96
	1	11,12	50,60		
	2	32,07	46,23		
	3	36,94	46,13		
	4	42,50	45,37		
	5	44,83	44,87		
	6 (уріз води)	50,45	44,63		
	7	55,52	43,75		
	8	61,25	42,09		
	9	66,85	41,77		
4	Рп1	0,00	46,80	43,09	39,19
	1	25,31	46,00		
	2	42,53	42,02		
	3	58,69	41,94		
	4	67,52	41,24		
	5	71,23	40,79		
	6(уріз води)	80,16	40,57		
	7	88,21	39,77		
	8	97,32	38,26		
	9	106,22	37,97		

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
5	Рп1	0,00	40,90	38,21	34,62
	1	16,87	38,05		
	2	28,35	37,88		
	3	39,13	36,77		
	4	45,01	36,18		
	5	47,49	35,79		
	6(уріз води)	53,44	35,61		
	7	58,81	34,93		
	8	64,88	34,00		
	9	70,81	33,40		
6	Рп1	0,00	39,78	37,26	33,53
	1	8,23	38,01		
	2	23,75	36,52		
	3	27,36	35,65		
	4	31,48	35,06		
	5(уріз води)	33,21	34,67		
	6	37,37	34,48		
	7	41,12	33,80		
	8	45,37	32,52		
	9	49,52	32,27		
7	Рп1	0,00	38,61	36,32	32,53
	1	7,41	37,95		
	2	21,38	34,67		
	3	24,63	34,60		
	4(уріз води)	28,33	34,03		
	5	29,89	33,65		
	6	33,63	33,47		
	7	37,01	32,81		
	8	40,83	31,57		
	9	44,57	31,33		
8	Рп1	0,00	39,78	38,12	34,23
	1	16,87	39,10		
	2	28,35	35,72		
	3(уріз води)	39,13	35,65		
	4	45,01	35,06		
	5	47,49	34,67		
	6	53,44	34,48		
	7	58,81	33,80		
	8	64,88	32,52		
	9	70,81	32,27		

Таблиця А.2 – Варіанти та початкові дані для обробки книжки запису водомірних спостережень КГ-1М за місяць

<i>Варіант №1</i> , р. Дністер – с. Олонешти, березень 1999 р. (основний водпост)					
Відмітка "0" графіку основний водомірного посту 12,345 м БС					
Відмітки паль, м БС	паля №1	паля №2	паля №3	паля №4	паля №5
Приводки паль, см	33	103	173	243	313
<i>Варіант №2</i> , р. Дністер – с. Олонешти, березень 1999 р. (водпост в створі №1)					
Відмітка "0" графіку водомірного посту (створ №1) 12,121 м БС					
Відмітки паль, м БС	паля №1	паля №2	паля №3	паля №4	паля №5
Приводки паль, см	45	115	185	255	325
<i>Варіант №3</i> , р. Дністер – с. Олонешти, березень 1999 р. (водпост в створі №2)					
Відмітка "0" графіку водомірного посту (створ №2) 11,982 м БС					
Відмітки паль, м БС	паля №1	паля №2	паля №3	паля №4	паля №5
Приводки паль, см	66	136	206	276	346
<i>Варіант №4</i> , р. Дністер – с. Олонешти, березень 1999 р. (водпост в створі №3)					
Відмітка "0" графіку водомірного посту (створ №3) 10,563 м БС					
Відмітки паль, м БС	паля №1	паля №2	паля №3	паля №4	паля №5
Приводки паль, см	70	140	210	280	350
<i>Варіант №5</i> , р. Дністер – с. Незавертайлівка, березень 1999 р. (основний водпост)					
Відмітка "0" графіку основний водомірного посту 15,649 м БС					
Відмітки паль, м БС	паля №1	паля №2	паля №3	паля №4	паля №5
Приводки паль, см	48	118	188	258	328
<i>Варіант №6</i> , р. Дністер – с. Незавертайлівка, березень 1999 р. (водпост в створі №1)					
Відмітка "0" графіку водомірного посту (створ №1) 15,023 м БС					
Відмітки паль, м БС	паля №1	паля №2	паля №3	паля №4	паля №5
Приводки паль, см	56	126	196	266	336
<i>Варіант №7</i> , р. Дністер – с. Незавертайлівка, березень 1999 р. (водпост в створі №2)					
Відмітка "0" графіку водомірного посту (створ №2) 14,577 м БС					
Відмітки паль, м БС	паля №1	паля №2	паля №3	паля №4	паля №5
Приводки паль, см	69	139	209	279	349
<i>Варіант №8</i> , р. Дністер – с. Незавертайлівка, березень 1999 р. (водпост в створі №3)					
Відмітка "0" графіку водомірного посту (створ №3) 13,244 м БС					
Відмітки паль, м БС	паля №1	паля №2	паля №3	паля №4	паля №5
Приводки паль, см	41	111	181	251	321

Таблиця А.3 – Книжка запису водомірних спостережень КГ-1М

Число	Час, год. хв.	Рівень води, см			
		№ палі	відлік по рейці	над "0" графіка	середній за добу
1	2	3	4	5	6
01	08.00	1	23		
	20.00	2	32		
02	08.00	3	12		
	20.00	4	53		
03	08.00	5	64		
	20.00	5	75		
04	08.00	4	63		
	20.00	1	45		
05	08.00	1	26		
	20.00	1	35		
06	08.00	1	48		
	20.00	2	56		
07	08.00	3	35		
	20.00	4	68		
08	08.00	5	46		
	20.00	5	55		
09	08.00	5	56		
	20.00	5	58		
10	08.00	5	59		
	20.00	5	60		
11	08.00	5	61		
	20.00	5	62		
12	08.00	5	64		
	20.00	5	65		
13	08.00	5	66		
	20.00	3	67		
14	08.00	3	68		
	20.00	3	70		
15	08.00	3	71		
	20.00	3	72		
16	08.00	3	73		
	20.00	3	74		
17	08.00	3	76		
	20.00	4	77		
18	08.00	5	45		
	20.00	5	26		

Продовження таблиці А.3

1	2	3	4	5	6
19	08.00	4	35		
	20.00	4	48		
20	08.00	4	56		
	20.00	4	35		
21	08.00	4	68		
	20.00	4	46		
22	08.00	4	55		
	20.00	4	56		
23	08.00	4	58		
	20.00	5	59		
24	08.00	4	32		
	20.00	3	12		
25	08.00	2	53		
	20.00	1	64		
26	08.00	1	75		
	20.00	1	63		
27	08.00	1	45		
	20.00	1	26		
28	08.00	1	35		
	20.00	1	48		
29	08.00	1	56		
	20.00	1	35		
30	08.00	1	68		
	20.00	1	46		
31	08.00	1	55		
	20.00	1	56		
Середній рівень за місяць					
Найвищій			Дата		
Найнижчий			Дата		

Таблиця А.4 – Варіанти та початкові дані для завдання 4

№ варіанту	№ рисунку у додатку 1	Масштаби запису рівня води	Приведений рівень по контрольному водосту, см		Дата встановлення стрічки	Дата зняття стрічки
			При встановлені стрічки СРВ, $H_1$	При знятті стрічки СРВ, $H_2$		
1	рис. А.1	1 : 1	8	9	22.07.98	23.07.98
2		1 : 2	16	18	05.09.98	06.09.98
3		1 : 5	40	45	18.04.99	19.04.99
4		1 : 10	80	90	14.05.99	15.05.99
5	рис. А.2	1 : 1	3	14	22.07.98	23.07.98
6		1 : 2	6	28	05.09.98	06.09.98
7		1 : 5	15	70	18.04.99	19.04.99
8		1 : 10	30	140	14.05.99	15.05.99

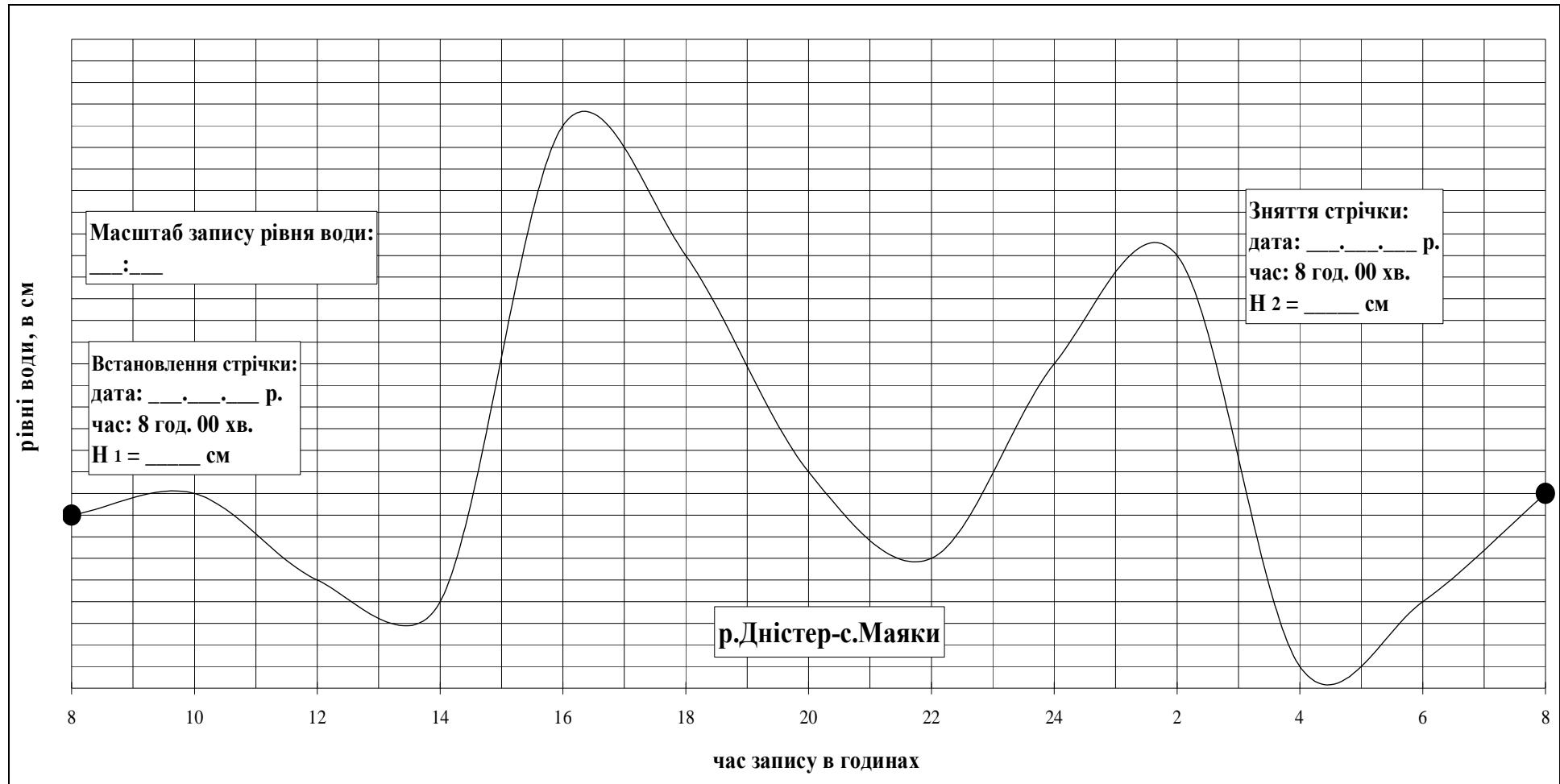


Рис. А.1 – Запис добового ходу рівня води на стрічці СРВ “Валдай”, р. Дністер – с. Маяки

**ПРИМІТКА:** 1 поділка по вертикальній шкалі на рисунку дорівнює 1 см по вертикальній шкалі на реальній стрічці.

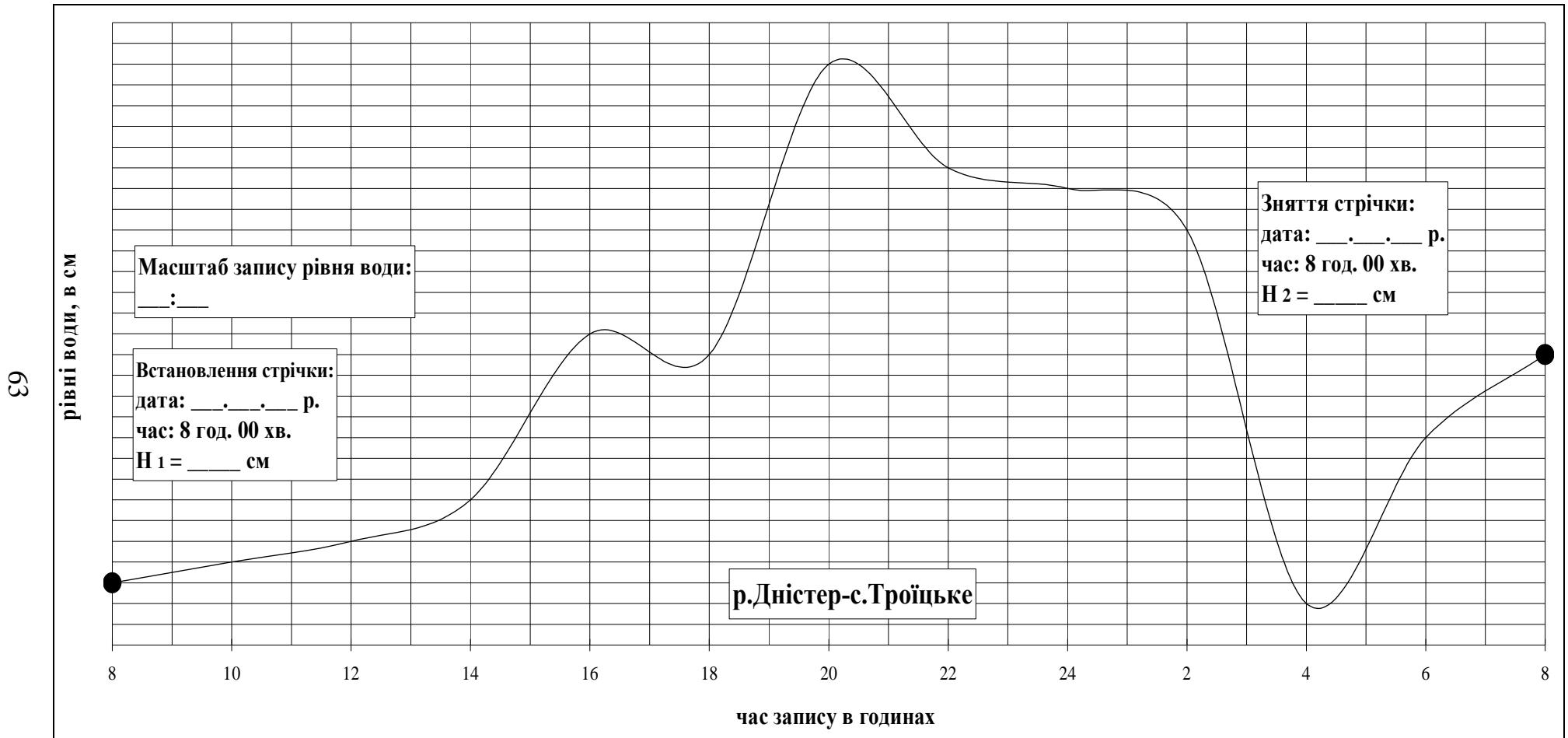


Рис. А.2 – Запис добового ходу рівня води на стрічці СРВ “Валдай”, р. Дністер – с. Троїцьке

**ПРИМІТКА:** 1 поділка по вертикальній шкалі на рисунку дорівнює 1 см по вертикальній шкалі на реальній стрічці.

Таблиця Б.1 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 1*),  
абс. відм. урізу 1,39 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 159$  см,  $H_{\text{кін.}} = 156$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

$\#_i$ промірної вертикали, $i$	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>		Змочений периметр, $\chi$ , м		
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	$b_j^2$ , м <sup>2</sup>	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$ , м	$\Delta h_j^2$ , м <sup>2</sup>
Уріз л.б.	9,80	0,00					
1	10,50	2,48					
2	12,50	2,94					
3	14,50	2,60					
4	16,50	2,24					
5	18,50	2,00					
6	20,50	2,16					
7	22,50	2,36					
8	24,50	3,09					
9	26,50	3,56					
10	28,50	3,70					
11	30,50	4,08					
12	32,50	3,72					
13	34,50	3,92					
14	36,50	3,84					
15	38,50	3,90					
16	40,50	3,76					
17	42,50	3,80					
18	44,50	2,40					
19	46,50	2,06					
20	48,50	2,04					
21	50,50	1,80					
Уріз пр.б.	52,50	0,00					
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>		$\chi = \sum \chi_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м		

Таблиця Б.2 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 2*),  
 абс. відм. урізу **1,15 м** БС,  $H_{\text{поч.}} = 150 \text{ см}$ ,  $H_{\text{кін.}} = 152 \text{ см}$ ,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

$\#_i$ промірної вертикали, $i$	Відстань від постійного початку, $b_i, \text{м}$	Глибина, $h_i, \text{м}$	Площа поперечного перерізу, $W, \text{м}^2$		Змочений периметр, $\chi, \text{м}$		
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}, \text{м}$	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2, \text{м}$	$b_j^2, \text{м}^2$	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}, \text{м}$	$\Delta h_j^2, \text{м}^2$
Уріз л.б.	8,80	0,00					
1	9,50	0,74					
2	11,50	0,77					
3	13,50	0,80					
4	15,50	0,62					
5	17,50	1,13					
6	19,50	0,97					
7	21,50	1,25					
8	23,50	0,95					
9	25,50	1,28					
10	27,50	1,35					
11	29,50	1,54					
12	31,50	1,46					
13	33,50	1,63					
14	35,50	1,42					
15	37,50	1,38					
16	39,50	1,40					
17	41,50	1,13					
18	43,50	0,53					
19	45,50	0,52					
20	47,50	0,40					
21	49,50	0,43					
Уріз пр.б.	51,65	0,15					
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}} \text{м}^2$		$\chi = \sum \chi_j = \underline{\hspace{2cm}} \text{м}$		

Таблиця Б.3 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 3*),  
 абс. відм. урізу 1,02 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 151$  см,  $H_{\text{кін.}} = 153$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

$\#_i$ промірної вертикали, $i$	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>		Змочений периметр, $\chi$ , м		
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	$b_j^2$ , м <sup>2</sup>	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$ , м	$\Delta h_j^2$ , м <sup>2</sup>
Уріз л.б.	11,80	0,00					
1	12,50	0,50					
2	14,50	0,88					
3	16,50	1,22					
4	18,50	1,15					
5	20,50	1,10					
6	22,50	1,13					
7	24,50	1,17					
8	26,50	1,57					
9	28,50	1,41					
10	30,50	1,44					
11	32,50	1,52					
12	34,50	1,44					
13	36,50	1,48					
14	38,50	1,47					
15	40,50	1,49					
16	42,50	1,45					
17	44,50	1,46					
18	46,50	0,63					
19	48,50	0,41					
20	50,50	0,41					
21	52,50	0,36					
Уріз пр.б.	54,55	0,10					
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>		$\chi = \sum \chi_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м		

Таблиця Б.4 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 4*),  
 абс. відм. урізу 0,97 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 152$  см,  $H_{\text{кін.}} = 156$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

$\#_i$ промірної вертикали, $i$	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>		Змочений периметр, $\chi$ , м		
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	$b_j^2$ , м <sup>2</sup>	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$ , м	$\Delta h_j^2$ , м <sup>2</sup>
Уріз л.б.	6,80	0,26					
1	7,50	0,37					
2	9,50	0,48					
3	11,50	0,90					
4	13,50	1,12					
5	15,50	1,00					
6	17,50	1,08					
7	19,50	1,18					
8	21,50	2,18					
9	23,50	1,78					
10	25,50	1,85					
11	27,50	2,04					
12	29,50	1,86					
13	31,50	1,96					
14	33,50	1,92					
15	35,50	2,13					
16	37,50	1,88					
17	39,50	1,43					
18	41,50	1,20					
19	43,50	1,03					
20	45,50	0,95					
21	47,50	0,52					
Уріз пр.б.	49,50	0,13					
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>		$\chi = \sum \chi_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м		

Таблиця Б.5 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 5*),  
абс. відм. урізу 0,90 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 153$  см,  $H_{\text{кін.}} = 155$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

$\#_i$ промірної вертикали, $i$	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>		Змочений периметр, $\chi$ , м		
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	$b_j^2$ , м <sup>2</sup>	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$ , м	$\Delta h_j^2$ , м <sup>2</sup>
Уріз л.б.	12,30	0,00					
1	13,00	1,72					
2	15,00	4,41					
3	17,00	3,90					
4	19,00	3,36					
5	21,00	3,00					
6	23,00	3,24					
7	25,00	3,54					
8	27,00	6,38					
9	29,00	5,34					
10	31,00	5,55					
11	33,00	6,12					
12	35,00	5,58					
13	37,00	5,88					
14	39,00	5,76					
15	41,00	5,85					
16	43,00	5,64					
17	45,00	5,70					
18	47,00	3,60					
19	49,00	3,09					
20	51,00	3,06					
21	53,00	1,70					
Уріз пр.б.	55,37	0,12					
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>		$\chi = \sum \chi_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м		

Таблиця Б.6 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 6*),  
 абс. відм. урізу 0,85 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 154$  см,  $H_{\text{кін.}} = 158$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

$\#_i$ промірної вертикали, $i$	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>		Змочений периметр, $P$ , м		
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	$b_j^2$ , м <sup>2</sup>	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$ , м	$\Delta h_j^2$ , м <sup>2</sup>
Уріз л.б.	6,30	0,00					
1	7,00	0,41					
2	9,00	0,72					
3	11,00	1,06					
4	13,00	1,40					
5	15,00	1,26					
6	17,00	1,21					
7	19,00	1,30					
8	21,00	1,50					
9	23,00	1,97					
10	25,00	1,55					
11	27,00	1,31					
12	29,00	1,25					
13	31,00	1,28					
14	33,00	1,27					
15	35,00	1,28					
16	37,00	1,26					
17	39,00	1,26					
18	41,00	0,82					
19	43,00	0,54					
20	45,00	0,34					
21	47,00	0,30					
Уріз пр.б.	49,00	0,10					
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>		$\chi = \sum \chi_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м		

Таблиця Б.7 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 7*),  
 абс. відм. урізу **0,79 м BC**, **H<sub>поч.</sub> = 156 см**, **H<sub>кін.</sub> = 153 см**, **H<sub>разр.</sub> = \_\_\_\_\_ см**

№ <sub>Ω</sub> промірної вертикали, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, <b>b<sub>i</sub>, м</b>	Глибина, <b>h<sub>i</sub>, м</b>	Площа поперечного перерізу, <b>W, м<sup>2</sup></b>		Змочений периметр, <b>χ, м</b>		
			Відстань між промірними вертикалями, <b>b<sub>j</sub> = b<sub>i</sub> - b<sub>i,1</sub>, м</b>	Глибина між промірними вертикалями, <b>h<sub>j</sub> = (h<sub>i</sub> + h<sub>i,1</sub>) / 2, м</b>	<b>b<sub>j</sub><sup>2</sup>, м<sup>2</sup></b>	Різниця глибин між промірними вертикалями, <b>Δh<sub>j</sub> = h<sub>i</sub> - h<sub>i,1</sub>, м</b>	<b>χ<sub>j</sub><sup>2</sup> = b<sub>j</sub><sup>2</sup> + Δh<sub>j</sub><sup>2</sup>, м<sup>2</sup></b>
Уріз л.б.	10,70	0,23					
1	14,50	0,41					
2	16,50	0,68					
3	18,50	1,11					
4	20,50	1,62					
5	22,50	1,48					
6	24,50	1,50					
7	26,50	1,62					
8	28,50	1,72					
9	30,50	2,19					
10	32,50	2,05					
11	34,50	1,90					
12	36,50	1,77					
13	38,50	1,70					
14	40,50	1,49					
15	42,50	1,50					
16	44,50	1,48					
17	46,50	1,49					
18	48,50	1,25					
19	50,50	0,74					
20	52,50	0,64					
21	54,55	0,50					
Уріз пр.б.	56,78	0,00					
			<b>W = Σ w<sub>j</sub> = _____ м<sup>2</sup></b>				
				<b>χ = Σ χ<sub>j</sub> = _____ м</b>			

Таблиця Б.8 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 8*),  
абс. відм. урізу **0,72 м** БС, **H<sub>поч.</sub> = 155 см**, **H<sub>кін.</sub> = 157 см**, **H<sub>разр.</sub> = \_\_\_\_\_ см**

№ <sub>Ω</sub> промірної вертикали, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, <b><i>b<sub>i</sub></i>, м</b>	Глибина, <b><i>h<sub>i</sub></i>, м</b>	Площа поперечного перерізу, <b><i>W, м<sup>2</sup></i></b>		Змочений периметр, <b><i>χ, м</i></b>			
			Відстань між промірними вертикалями, <b><i>b<sub>j</sub> = b<sub>i</sub> - b<sub>i-1</sub></i>, м</b>	Глибина між промірними вертикалями, <b><i>h<sub>j</sub> = (h<sub>i</sub>+h<sub>i-1</sub>)/2</i>, м</b>	<b><i>b<sub>j</sub></i>, м<sup>2</sup></b>	<b><i>Δh<sub>j</sub></i>, м<sup>2</sup></b>	<b><i>χ<sub>j</sub></i> = <i>b<sub>j</sub></i> + <i>Δh<sub>j</sub></i>, м</b>	<b><i>χ<sub>j</sub> =</i></b> <b>= <math>\sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}</math>, м</b>
Уріз л.б.	4,80	0,00						
1	5,50	0,63						
2	7,50	1,23						
3	9,50	1,08						
4	11,50	1,93						
5	13,50	1,58						
6	15,50	1,63						
7	17,50	1,93						
8	19,50	2,18						
9	21,50	2,68						
10	23,50	3,02						
11	25,50	2,94						
12	27,50	2,58						
13	29,50	2,38						
14	31,50	1,79						
15	33,50	1,82						
16	35,50	1,75						
17	37,50	1,77						
18	39,50	1,12						
19	41,50	0,95						
20	43,50	0,96						
21	45,50	0,82						
Уріз пр.б.	48,35	0,63						
			<b><i>W = Σ w<sub>j</sub> = _____ м<sup>2</sup></i></b>			<b><i>χ = Σ χ<sub>j</sub> = _____ м</i></b>		

Таблиця Б.9 – Варіанти і початкові дані для обробки ехограм

№ п/п	Рисунок	Дата промірів	Час промірів год, хв	№ п/п створу	Довжина базису, м	Абс. відм. уріза, м, БС	H <sub>роб</sub> , см	№ п/п контр. точки	Кути контролю точок α, °
1	Рис Б.1	22.07.07г.	8.05-8.20	1	55	1.75	183	1 (у.л.б.)	84.5
								2	73.1
								3	66.8
								4	62.3
								5 (у.п.б.)	59.2
2			8.35-8.45	2	67	1.05	163	1 (у.л.б.)	88.0
								2	81.0
								3	76.6
								4	75.4
								5 (у.п.б.)	70.7
3	Рис. Б.2	14.05.07г.	9.15-9.30	3	72	1.72	182	1 (у.л.б.)	86.1
								2	82.2
								3	77.2
								4	76.0
								5 (у.п.б.)	73.2
4			11.50-12.00	4	69	1.15	120	1 (у.л.б.)	88.7
								2	85.1
								3	83.6
								4	81.3
								5 (у.п.б.)	76.6
5	Рис. Б.2	14.05.07г.	8.20-8.30	5	75	1.25	133	1 (у.л.б.)	80.7
								2	77.7
								3	75.9
								4	74.1
								5 (у.п.б.)	69.9
6			9.00-9.20	6	43	1.65	183	1 (у.л.б.)	75.4
								2	68.8
								3	66.7
								4	61.9
								5 (у.п.б.)	55.5
7	Рис. Б.2	14.05.07г.	10.05-10.20	7	54	0.75	173	1 (у.л.б.)	88.6
								2	85.1
								3	79.3
								4	73.8
								5 (у.п.б.)	66.1
8	Рис. Б.2	14.05.07г.	10.45-11.00	8	72	1.74	196	1 (у.л.б.)	87.5
								2	84.0
								3	82.6
								4	82.1
								5 (у.п.б.)	79.8

Таблиця Б.10 – Первинна розшифровка ехограми промірів

№ точки	Кути контр. точок $\alpha, {}^\circ$	$B_{\text{дійсн.}} = \text{Ltg} \alpha$ (м)	$b_{\text{iдійсн}} (\text{м})$	$b_{\text{іехогр}} (\text{см})$	$M_{\text{iгориз}} =$ $b_{\text{iдійсн}} /$ $b_{\text{іехогр}}$ (м/см)
1 (у.л.б.)					
2					
3					
4					
5 (у.п.б.)					

Таблиця Б.11 – Дані розшифровки ехограми промірів,  
р. \_\_\_\_\_ – с. \_\_\_\_\_ (створ № \_\_\_\_),  
абс. відм. урізу \_\_\_\_ м БС,  $H_{\text{роб.}} =$  \_\_\_\_\_ см

№ пром. верт. $i$	Відстань від п.п., $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа водного перерізу, $W$ , $\text{м}^2$		Змочений периметр, $\chi$ , м	
			Відст. між пром. верт. $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глиб. між пром. верт. $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	Площа між пром. верт. $w_j = b_j \cdot h_j$ , $\text{м}^2$	$b_j^2$ , $\text{м}^2$
У.л.б.						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
У. п.б.						

$W = \sum w_i =$  \_\_\_\_\_  $\text{м}^2$        $\chi = \sum \chi_j =$  \_\_\_\_\_ м

74

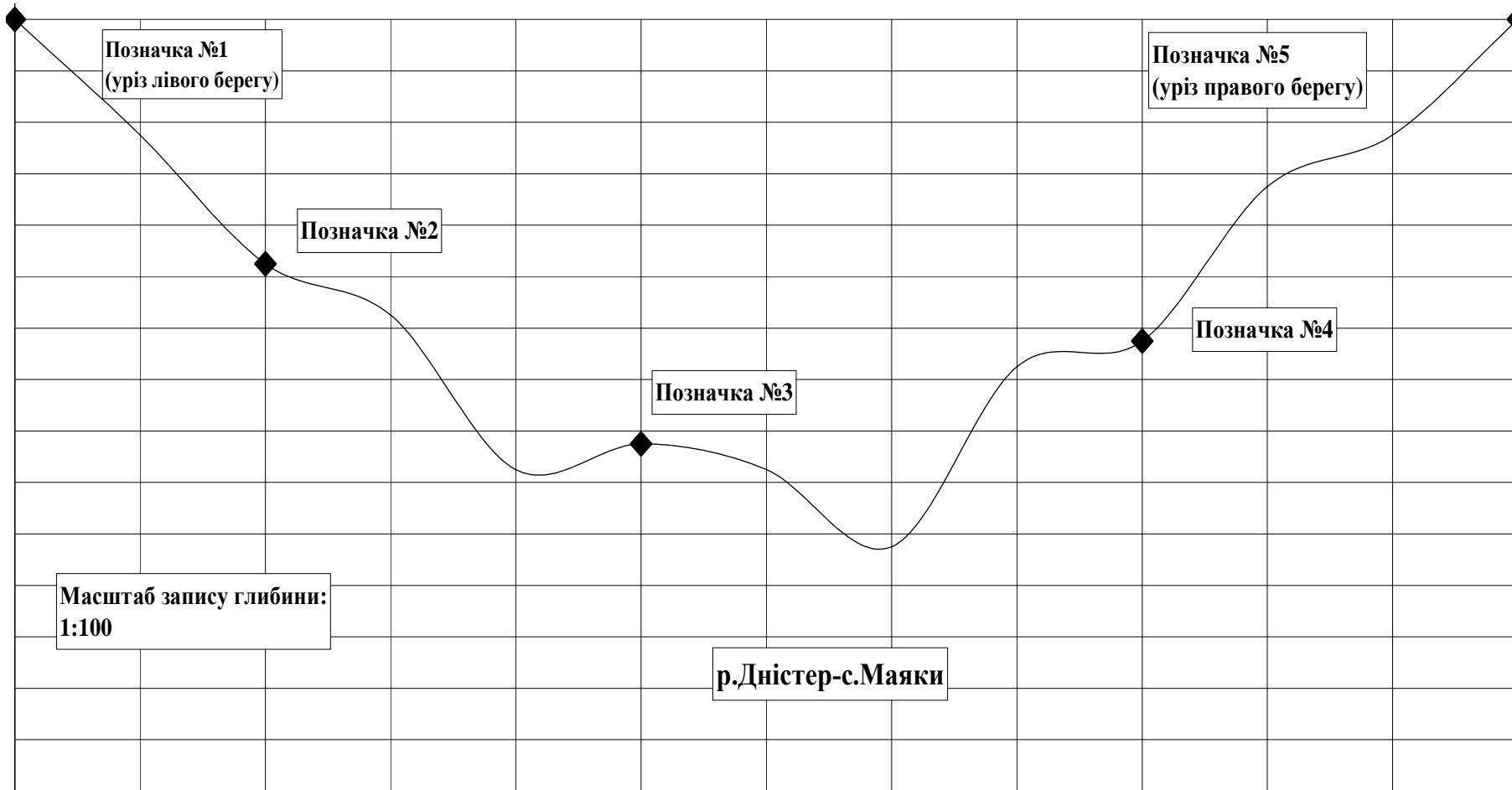


Рис. Б.1 – Область ехограми з записом ліній дна в промірному створі, р. Дністер – с. Маяки

**ПРИМІТКА:** 1) 1 поділка по вертикальній шкалі на рисунку дорівнює 0,5 см по вертикальній шкалі на ехограмі;  
2) 1 поділка по горизонтальній шкалі на рисунку дорівнює 1 см по горизонтальній на ехограмі.

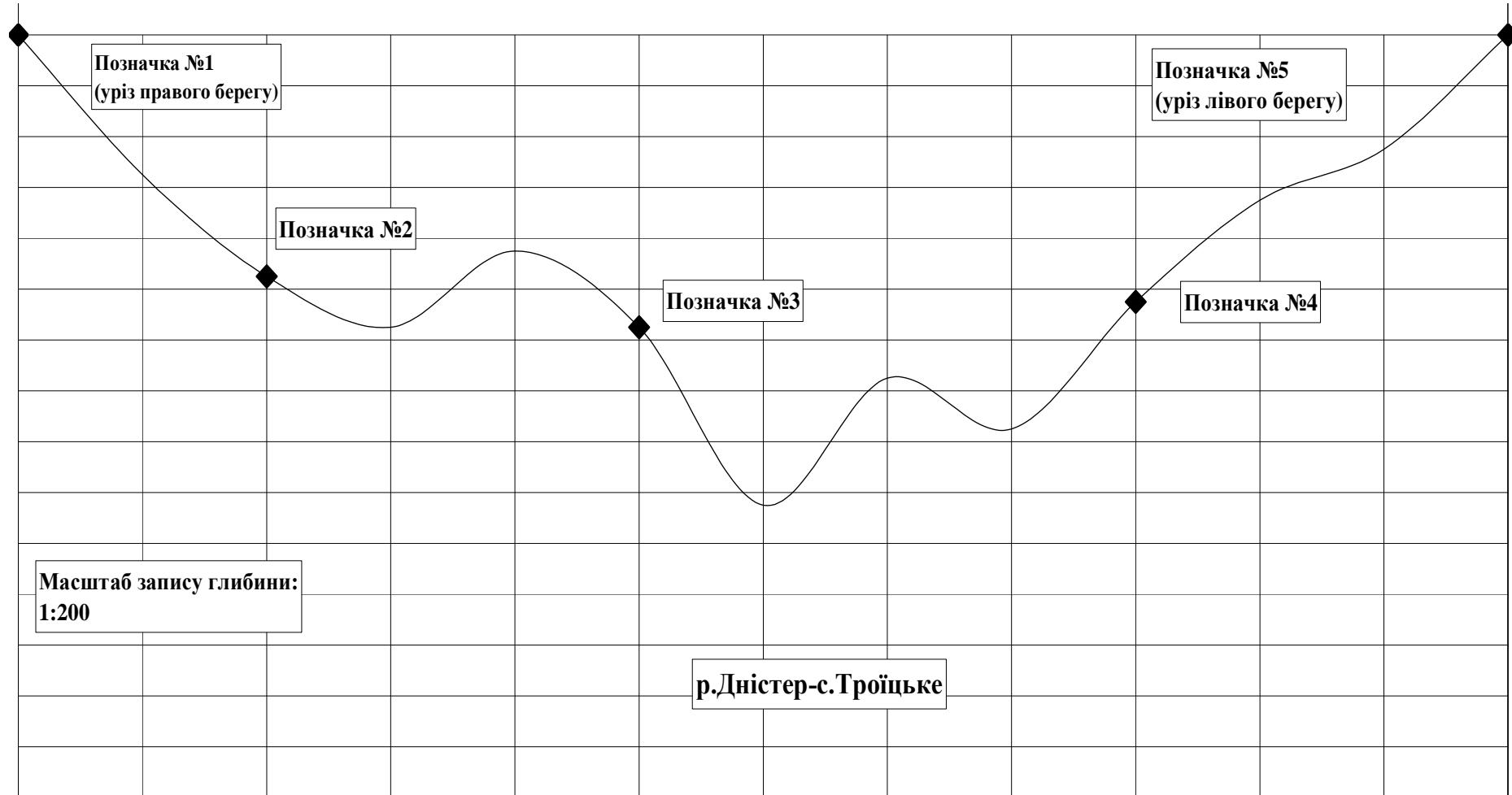


Рис. Б.2 – Область ехограмми з записом лінії дна в промірному створі, р. Дністер – с. Троїцьке

**ПРИМІТКА: 1) 1 поділка по вертикальній шкалі** на рисунку дорівнює **0,5 см по вертикальній шкалі** на ехограммі;  
**2) 1 поділка по горизонтальній шкалі** на рисунку дорівнює **1 см по горизонтальній** на ехограммі.

Таблиця Б.12 – Складання плану ділянки річки в горизонталях (ізобатах)

№ п/п точок	Верхній створ			Середній створ			Нижній створ		
	Відст. від п.п. (м)	Глибина в точці (м)	Абс. відм. дна (м, БС)	Відст. від п.п. (м)	Глибина в точці (м)	Абс. відм. дна (м, БС)	Відст. від п.п. (м)	Глибина в точці (м)	Абс. відм. дна (м, БС)
у. п.б.	2,5	0		3	0		3	0	
1	4,5	0,4		5	1,1		5	1,22	
2	6,5	0,8		7	1,3		7	1,8	
3	8,5	1		9	1,8		9	2,21	
4	10,5	1,2		11	2,05		11	2,17	
5	12,5	2		13	2,1		13	2,25	
6	14,5	2,1		15	2		15	2,21	
7	16,5	2,4		17	1,75		17	2,18	
8	18,5	2,4		19	1,8		19	2,1	
9	20,5	2,25		21	1,5		21	2,2	
10	22,5	2,2		23	1,5		23	1,98	
11	24,5	2,1		25	1,3		25	1,85	
12	26,5	1,5		27	1,1		27	1,2	
13	28,5	1,3		29	0,8		29	1,1	
14	30,5	1,05		31	0,75		31	0,9	
15	32,5	0,8		33	0,6		33	0,55	
у.л.б.	34	0		35	0		35	0	

Таблиця Б.13 - Абсолютні відмітки урізів води

№ Варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8
$H_{уріз}$ (м, БС)	50,3	42,6	32,8	27,9	36,5	39,1	44,2	74,3
Меж створами, м	10	15	20	25	30	35	40	45
Між ізолініями (м)	0,2	0,25	0,3	0,35	0,2	0,25	0,3	0,35

Таблиця В.1 - Результати тарування гідрометричного млинка

Початкова швидкість  $V_0=0.04$  м/с

№ заїздів	Довжина шляху, $l$ , м	Час тарування, $t$ , с	Кільк. обертів за час $t$ , $N$ , об	Швидкість	
				$n$ , об/с	$V$ , м/с
1	25,08	380	72,2		
2	27,00	300	96,0		
3	24,60	200	94,0		
4	29,90	200	114,0		
5	29,88	180	117,0		
6	34,56	180	135,0		
7	22,00	100	87,0		
8	24,50	100	98,0		
9	22,08	80	88,0		
10	24,40	80	96,0		
11	27,36	80	108,0		
12	31,38	60	125,4		
13	27,08	40	108,4		
14	30,92	40	124,0		
15	35,44	40	141,2		
16	41,60	40	166,4		
17	24,80	20	99,0		
18	29,80	20	119,2		
19	34,00	20	135,0		
20	38,40	20	153,0		
21	46,60	20	185,6		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку

$n$ , об/с	$V$ , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця В.2 - Результати тарування гідрометричного млинка

Початкова швидкість  $V_0=0.04$  м/с

№ заїздів	Довжина шляху, $l$ , м	Час тарування, $t$ , с	Кільк. обертів за час $t$ , $N$ , об	Швидкість	
				$n$ , об/с	$V$ , м/с
1	20,88	360	48,4		
2	17,82	220	58,6		
3	19,80	180	71,6		
4	15,60	100	61,2		
5	18,40	100	73,4		
6	17,44	80	70,4		
7	24,70	100	98,4		
8	23,12	80	93,0		
9	33,92	80	138,0		
10	32,76	60	135,2		
11	27,62	40	110,8		
12	38,08	40	157,4		
13	22,80	20	95,2		
14	28,80	20	120,4		
15	33,00	20	135,6		
16	36,40	20	159,6		
17	40,80	20	169,8		
18	43,20	20	179,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку

$n$ , об/с	$V$ , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця В.3 - Результати тарування гідрометричного млинка

Початкова швидкість  $V_0=0.04$  м/с

№ заїздів	Довжина шляху, $l$ , м	Час тарування, $t$ , с	Кільк. обертів за час $t$ , $N$ , об	Швидкість	
				$n$ , об/с	$V$ , м/с
1	13,40	200	47,2		
2	14,00	140	57,8		
3	14,80	100	62,2		
4	15,80	80	66,8		
5	17,50	80	74,4		
6	18,80	60	80,8		
7	24,40	40	105,2		
8	28,10	40	121,0		
9	33,20	40	143,4		
10	21,40	20	92,4		
11	29,00	20	125,4		
12	32,40	20	140,2		
13	44,40	20	192,4		
14	50,20	20	216,8		
15	56,00	20	242,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку

$n$ , об/с	$V$ , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця В.4 - Результати тарування гідрометричного млинка

Початкова швидкість  $V_0=0.04$  м/с

№ заїздів	Довжина шляху, $l$ , м	Час тарування, $t$ , с	Кільк. обертів за час $t$ , $N$ , об	Швидкість	
				$n$ , об/с	$V$ , м/с
1	24,5	250	52,5		
2	23,8	225	56,2		
3	20,3	175	50,7		
4	28,8	200	78,0		
5	25,5	150	72,0		
6	33,6	150	96,0		
7	30,6	125	87,5		
8	30,0	100	86,0		
9	35,8	100	106,0		
10	42,0	100	124,0		
11	42,8	100	125,0		
12	37,7	50	111,4		
13	56,0	50	149,0		
14	33,5	25	99,0		
15	40,5	25	122,0		
16	46,0	25	138,5		
17	51,0	25	154,3		
18	53,5	25	159,0		
19	55,4	25	165,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку

$n$ , об/с	V, м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця В.5 - Результати тарування гідрометричного млинка

Початкова швидкість  $V_0=0.04$  м/с

№ заїздів	Довжина шляху, $l$ , м	Час тарування, $t$ , с	Кільк. обертів за час $t$ , $N$ , об	Швидкість	
				$n$ , об/с	$V$ , м/с
1	27,08	380	74,2		
2	29,00	300	98,0		
3	26,60	200	96,0		
4	31,90	200	116,0		
5	31,88	180	119,0		
6	36,56	180	137,0		
7	24,00	100	89,0		
8	26,50	100	100,0		
9	24,08	80	90,0		
10	26,40	80	98,0		
11	29,36	80	110,0		
12	33,38	60	127,4		
13	29,08	40	110,4		
14	32,92	40	126,0		
15	37,44	40	143,2		
16	43,60	40	168,4		
17	26,80	20	101,0		
18	31,80	20	121,2		
19	36,00	20	137,0		
20	40,40	20	155,0		
21	48,80	20	187,6		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку

$n$ , об/с	$V$ , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця В.6 - Результати тарування гідрометричного млинка

Початкова швидкість  $V_0=0.04$  м/с

№ заїздів	Довжина шляху, $l$ , м	Час тарування, $t$ , с	Кільк. обертів за час $t$ , $N$ , об	Швидкість	
				$n$ , об/с	$V$ , м/с
1	23,08	380	70,2		
2	25,00	300	94,0		
3	22,60	200	92,0		
4	27,90	200	112,0		
5	27,88	180	115,0		
6	32,56	180	133,0		
7	20,00	100	85,0		
8	22,50	100	96,0		
9	20,80	80	86,0		
10	22,40	80	94,0		
11	25,36	80	106,0		
12	29,38	60	123,4		
13	25,08	40	106,4		
14	28,92	40	122,0		
15	33,40	40	139,2		
16	39,60	40	164,4		
17	22,80	20	97,0		
18	27,80	20	117,2		
19	32,00	20	133,0		
20	36,40	20	151,0		
21	44,60	20	183,6		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку

$n$ , об/с	$V$ , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця В.7 - Результати тарування гідрометричного млинка

Початкова швидкість  $V_0=0.04$  м/с

№ заїздів	Довжина шляху, $l$ , м	Час тарування, $t$ , с	Кільк. обертів за час $t$ , $N$ , об	Швидкість	
				$n$ , об/с	$V$ , м/с
1	27,48	395	72,2		
2	29,40	315	96,0		
3	27,00	215	94,0		
4	32,30	215	114,0		
5	32,28	195	117,0		
6	36,96	195	135,0		
7	24,40	115	87,0		
8	26,90	115	98,0		
9	24,48	95	88,0		
10	26,80	95	96,0		
11	29,76	95	108,0		
12	33,78	75	125,4		
13	29,48	55	108,4		
14	33,32	55	124,0		
15	37,84	55	141,2		
16	44,00	55	166,4		
17	27,20	35	99,0		
18	32,20	35	119,2		
19	36,40	35	135,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку

$n$ , об/с	V, м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця В.8 - Результати тарування гідрометричного млинка

Початкова швидкість  $V_0=0.04$  м/с

№ заїздів	Довжина шляху, $l$ , м	Час тарування, $t$ , с	Кільк. обертів за час $t$ , $N$ , об	Швидкість	
				$n$ , об/с	$V$ , м/с
1	22,88	380	48,4		
2	19,82	240	58,6		
3	21,80	200	71,6		
4	17,60	120	61,2		
5	20,40	120	73,4		
6	19,44	100	70,4		
7	26,70	120	98,4		
8	25,12	100	93,0		
9	35,92	100	138,0		
10	34,76	80	135,2		
11	29,62	60	110,8		
12	40,08	60	157,4		
13	24,80	40	95,2		
14	30,80	40	120,4		
15	35,00	40	135,6		
16	38,40	40	159,6		
17	42,80	40	169,4		
18	45,20	40	179,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку

$n$ , об/с	$V$ , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця В.9 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-та	Робоча глибина, $h_j$ , м	Глибина занурення		Час виміру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигналів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с	
		в частках від $h_j$	в м						Ан. сп.	Граф. сп.
1	3.23	пов		113	19					
		0.2		115	19					
		0.6		132	19					
		0.8		117	13					
		дно		137	13					

5

Таблиця В.10 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-та	Робоча глибина, $h_j$ , м	Глибина занурення		Час виміру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигналів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с	
		в частках від $h_j$	в м						Ан. сп.	Граф. сп.
2	4.25	пов		100	13					
		0.2		101	13					
		0.6		112	13					
		0.8		126	13					
		дно		129	13					

Таблиця В.11 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-та	Робоча глибина, $h_j$ , м	Глибина занурення		Час виміру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигналів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с	
		в частках від $h_j$	в м						Ан. сп.	Граф.сп.
3	4.05	пов		110	19					
		0.2		117	19					
		0.6		121	19					
		0.8		100	13					
		дно		130	13					

98

Таблиця В.12 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-та	Робоча глибина, $h_j$ , м	Глибина занурення		Час виміру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигналів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с	
		в частках від $h_j$	в м						Ан. сп.	Граф.сп.
4	5.01	пов		114	19					
		0.2		111	19					
		0.6		100	13					
		0.8		107	13					
		дно		121	13					

Таблиця В.13 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-та	Робоча глибина, $h_j$ , м	Глибина занурення		Час виміру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигналів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с	
		в частках від $h_j$	в м						Ан. сп.	Граф.сп.
5	3.81	пов		118	19					
		0.2		124	19					
		0.6		102	13					
		0.8		108	13					
		дно		115	13					

78

Таблиця В.14 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-та	Робоча глибина, $h_j$ , м	Глибина занурення		Час виміру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигналів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с	
		в частках від $h_j$	в м						Ан. сп.	Граф.сп.
6	4.53	пов		115	13					
		0.2		117	13					
		0.6		127	13					
		0.8		122	7					
		дно		133	7					

Таблиця В.15 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-та	Робоча глибина, $h_j$ , м	Глибина занурення		Час виміру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигналів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с	
		в частках від $h_j$	в м						Ан.сп.	Граф.сп.
7	4.69	пов		100	7					
		0.2		103	7					
		0.6		124	7					
		0.8		130	7					
		дно		139	7					

∞

Таблиця В.16 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-та	Робоча глибина, $h_j$ , м	Глибина занурення		Час виміру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигналів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с	
		в частках від $h_j$	в м						Ан. сп.	Граф. сп.
8	3.48	пов		121	7					
		0.2		128	7					
		0.6		137	7					
		0.8		125	4					
		дно		130	4					

Таблиця Г.1 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

№ п/п поплавця	Місце проходження поплавця через створи, м (від постійного початку)			Час проходження поплавця, $t_i$ , с	Швидкість руху поплавця, $V_i$ , м/с
	B.C.	C.C.	H.C.		
Уріз пр.бер.	7,3	10,2	5,6	0	
1	10,5	17,1	12,3	528	
2	17,4	19,5	16,4	427	
3	32,8	27,9	18,2	464	
4	25,7	31,4	13,8	333	
5	38,6	33,2	20,2	358	
6	35,1	38,6	27,4	276	
7	28,3	35,9	25,3	243	
8	41,2	35,1	23,2	211	
9	42,8	25,7	28,4	282	
10	48,7	45,6	32,9	326	
11	45,1	43,2	35,6	424	
12	43,2	47,9	38,4	411	
13	46,1	49,7	33,3	521	
14	48,4	46,1	43,5	567	
15	51,3	45,8	51,8	523	
Уріз лів.бер.	58,8	63,1	60,9	0	

Таблиця Г.2 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

№ п/п поплавця	Місце проходження поплавця через створи, м (від постійного початку)			Час проходження поплавця, $t_i$ , с	Швидкість руху поплавця, $V_i$ , м/с
	B.C.	C.C.	H.C.		
Уріз пр.бер.	13,0	10,0	5,0	0	
1	19,9	16,7	10,5	523	
2	22,3	20,8	17,4	521	
3	30,7	22,6	32,8	480	
4	34,2	18,2	25,7	427	
5	36	24,6	38,6	424	
6	41,4	31,8	35,1	282	
7	35,9	29,7	28,3	243	
8	37,9	27,6	41,2	211	
9	28,5	32,8	42,8	276	
10	48,4	37,3	48,7	326	
11	46	40	45,1	333	
12	50,7	42,8	43,2	358	
13	52,5	37,7	46,1	411	
14	48,9	47,9	48,4	454	
15	48,6	56,2	51,3	567	
Уріз лів.бер.	65,9	65,3	58,8	0	

Таблиця Г.3 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

№ п/п поплавця	Місце проходження поплавця через створи, м (від постійного початку)			Час проходження поплавця, $t_i$ , с	Швидкість руху поплавця, $V_i$ , м/с
	B.C.	C.C.	H.C.		
Уріз пр.бер.	13,0	8,4	7,3	0	
1	19,9	16,7	10,5	528	
2	22,3	20,8	17,4	567	
3	30,7	23,5	32,8	464	
4	34,2	18,2	25,7	333	
5	36	24,6	38,6	358	
6	41,4	31,8	35,1	276	
7	35,9	29,7	28,3	243	
8	37,9	27,6	41,2	211	
9	28,5	32,8	42,8	282	
10	48,4	37,3	48,7	326	
11	46	40	45,1	424	
12	50,7	42,8	43,2	411	
13	52,5	37,7	46,1	521	
14	48,9	47,9	48,4	567	
15	48,6	56,2	51,3	523	
Уріз лів.бер.	65,9	61,9	58,8	0	

Таблиця Г.4 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

№ п/п поплавця	Місце проходження поплавця через створи, м (від постійного початку)			Час проходження поплавця, $t_i$ , с	Швидкість руху поплавця, $V_i$ , м/с
	B.C.	C.C.	H.C.		
Уріз пр.бер.	4,5	6,8	5,3	0	
1	7,3	10,2	7,8	528	
2	10,5	17,1	14,5	427	
3	17,4	19,5	18,6	464	
4	25,7	31,4	16	333	
5	28,3	35,9	27,5	358	
6	32,8	27,9	20,4	276	
7	35,1	38,6	29,6	243	
8	38,6	33,2	22,4	211	
9	41,2	35,1	25,4	282	
10	42,8	25,7	30,6	326	
11	43,2	47,9	40,6	424	
12	45,1	43,2	37,8	411	
13	46,1	49,7	35,5	521	
14	48,4	46,1	45,7	567	
15	48,7	45,6	35,1	523	
Уріз лів.бер.	58,8	63,1	63,1	0	

Таблиця Г.5 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

№ п/п поплавця	Місце проходження поплавця через створи, м (від постійного початку)			Час проходження поплавця, $t_i$ , с	Швидкість руху поплавця, $V_i$ , м/с
	B.C.	C.C.	H.C.		
Уріз лів.бер.	5,1	6,7	5,6	0	
1	8,3	14,21	12,3	567	
2	15,2	21,45	16,4	528	
3	30,6	30,69	18,2	523	
4	23,5	34,54	13,8	521	
5	36,4	36,52	20,2	464	
6	32,9	42,46	27,4	427	
7	26,1	35,9	25,3	424	
8	39	38,61	23,2	411	
9	40,6	28,27	28,4	358	
10	46,5	50,16	32,9	333	
11	42,9	47,52	35,6	326	
12	41	52,69	38,4	282	
13	43,9	54,67	33,3	276	
14	46,2	50,71	43,5	243	
15	49,1	50,38	51,8	211	
Уріз пр.бер.	56,6	69,41	64,9	0	

Таблиця Г.6 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

№ п/п поплавця	Місце проходження поплавця через створи, м (від постійного початку)			Час проходження поплавця, $t_i$ , с	Швидкість руху поплавця, $V_i$ , м/с
	B.C.	C.C.	H.C.		
Уріз лів.бер.	7,3	8,0	5,6	0	
1	10,5	14,9	12,3	528	
2	17,4	17,3	16,4	464	
3	32,8	25,7	18,2	521	
4	25,7	29,2	13,8	411	
5	38,6	31	20,2	326	
6	35,1	36,4	27,4	333	
7	28,3	35,9	25,3	243	
8	41,2	32,9	23,2	203	
9	42,8	23,5	28,4	211	
10	48,7	43,4	32,9	282	
11	45,1	41	35,6	276	
12	43,2	45,7	38,4	358	
13	46,1	47,5	33,3	427	
14	48,4	43,9	43,5	424	
15	51,3	43,6	51,8	523	
Уріз пр.бер.	58,8	60,9	60,9	0	

Таблиця Г.7 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

№ п/п поплавця	Місце проходження поплавця через створи, м (від постійного початку)			Час проходження поплавця, $t_i$ , с	Швидкість руху поплавця, $V_i$ , м/с
	B.C.	C.C.	H.C.		
Уріз лів.бер.	7,3	8,6	3,4	0	
1	10,5	13,1	10,1	528	
2	17,4	18,3	14,2	427	
3	32,8	24,9	16	464	
4	25,7	31,4	11,6	333	
5	38,6	33,2	18	358	
6	35,1	38,6	25,2	276	
7	28,3	35,9	23,1	243	
8	41,2	35,1	21	211	
9	42,8	25,7	26,2	282	
10	48,7	45,6	30,7	326	
11	45,1	43,2	33,4	424	
12	43,2	47,9	36,2	411	
13	46,1	54,8	31,1	521	
14	48,4	46,1	41,3	567	
15	51,3	45,8	49,6	523	
Уріз пр.бер.	58,8	64,2	58,7	0	

Таблиця Г.8 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

№ п/п поплавця	Місце проходження поплавця через створи, м (від постійного початку)			Час проходження поплавця, $t_i$ , с	Швидкість руху поплавця, $V_i$ , м/с
	B.C.	C.C.	H.C.		
Уріз лів.бер.	7,3	10,2	5,6	0	
1	10,5	17,1	12,3	528	
2	17,4	19,5	16,4	521	
3	32,8	27,9	18,2	567	
4	25,7	31,4	13,8	333	
5	38,6	33,2	20,2	326	
6	35,1	38,6	27,4	276	
7	28,3	35,9	25,3	243	
8	41,2	35,1	23,2	211	
9	42,8	25,7	28,4	282	
10	48,7	45,6	32,9	358	
11	45,1	43,2	35,6	424	
12	43,2	47,9	38,4	411	
13	46,1	49,7	33,3	424	
14	48,4	46,1	43,5	427	
15	51,3	45,8	51,8	464	
Уріз пр.бер.	58,8	63,1	60,9	0	

Таблиця Д.1 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №1)  
L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

№ поплавців	Відстань від постійного початку в СС, м	Трив. руху попл. <i>t</i> ,с	<i>V</i> м/с
ур. п/б	10,2		
1	17,1	528	
2	19,5	427	
3	27,9	464	
4	31,4	333	
5	33,2	358	
6	38,6	276	
7	35,9	243	
8	35,1	211	
9	25,7	282	
10	45,6	326	
11	43,2	424	
12	47,9	411	
13	49,7	521	
14	46,1	567	
15	45,8	523	
ур. л.б.	63,1		

Промірні дані по СС

№№ пром верт.	Відстань від пост. початку, м	Глибина <i>h</i> ,м
ур. п/б	10,2	0
1	12,9	0,51
2	17,9	1,73
3	22,9	2,05
4	27,9	2,52
5	32,9	3,08
6	37,9	2,79
7	42,9	3,17
8	47,9	1,86
9	52,9	1,29
10	57,9	1,11
ур. л.б.	63,1	0

$$H_{\text{поч}} = 175$$

$$H_{\text{кін}} = 173$$

$$H_{\text{sep}} =$$

Таблиця Д.2 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №2)  
 $L=100$  м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

№ поплавців	Відстань від постійного початку в в СС, м	Трив. руху попл. $t, \text{с}$	$V$ м/с
ур. п/б	10		
1	16,7	523	
2	20,8	521	
3	22,6	480	
4	18,2	427	
5	24,6	424	
6	31,8	282	
7	29,7	243	
8	27,6	211	
9	32,8	276	
10	37,3	326	
11	40	333	
12	4,8	358	
13	37,7	411	
14	47,9	454	
15	56,2	567	
ур. л.б.	65,3		

Промірні дані по СС

№№ пром верт.	Відстань від пост. початку, м	Глибина $h, \text{м}$
ур. п/б	10	0
1	15	1,29
2	20	1,86
3	25	3,17
4	30	2,79
5	35	3,08
6	40	2,74
7	45	2,52
8	50	2,05
9	55	1,73
10	60	0,51
ур. л.б.	65,3	0

$$\begin{aligned} H_{\text{поч}} &= 105 \\ H_{\text{кін}} &= 103 \\ H_{\text{sep}} &= \end{aligned}$$

Таблиця Д.3 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №3)  
 $L=100$  м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

№ поплавців	Відстань від постійного початку в в СС, м	Трив. руху попл. $t, \text{с}$	$V$ м/с
ур. п/б	8,4		
1	16,7	528	
2	20,8	567	
3	23,5	464	
4	18,2	333	
5	24,6	358	
6	31,8	276	
7	29,7	243	
8	27,6	211	
9	32,8	282	
10	37,3	326	
11	40	424	
12	42,8	411	
13	37,7	521	
14	47,9	567	
15	56,2	523	
ур. л.б.	61,9		

Промірні дані по СС

№№ пром верт.	Відстань від пост. початку, м	Глибина $h, \text{м}$
ур. п/б	8,4	0,86
1	11,9	1,11
2	16,9	1,32
3	21,9	2,05
4	26,9	2,52
5	31,9	3,61
6	36,9	2,79
7	41,9	3,23
8	46,9	1,86
9	51,9	1,43
10	56,9	1,15
ур. л.б.	61,9	0

$$H_{\text{поч}} = 125 \\ H_{\text{кін}} = 123 \\ H_{\text{sep}} =$$

Таблиця Д.4 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №4)  
 $L=100$  м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

№ поплавців	Відстань від постійного початку в в СС, м	Трив. руху попл. $t, \text{с}$	$V$ м/с
ур. п/б	6,8		
1	10,2	528	
2	17,1	427	
3	19,5	464	
4	31,4	333	
5	35,9	358	
6	27,9	276	
7	38,6	243	
8	33,2	211	
9	35,1	282	
10	25,7	326	
11	47,9	424	
12	43,2	411	
13	49,7	521	
14	46,1	567	
15	45,6	523	
ур. л.б.	63,1		

Промірні дані по СС

№№ пром верт.	Відстань від пост.о початку, м	Глибина $h, \text{м}$
ур. п/б	6,8	0
1	8,1	1,15
2	13,1	1,43
3	18,1	1,86
4	23,1	3,23
5	28,1	2,79
6	33,1	3,61
7	38,1	2,52
8	43,1	2,05
9	48,1	1,32
10	53,1	1,53
ур. л.б.	63,1	0

$$\begin{aligned} H_{\text{поч}} &= 132 \\ H_{\text{кін}} &= 130 \\ H_{\text{sep}} &= \end{aligned}$$

Таблиця Д.5 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №5)  
 $L=100$  м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

№ поплавців	Відстань від постійного початку в в СС, м	Трив. руху попл. $t, \text{с}$	$V$ м/с
ур. п/б	6,7		
1	14,21	567	
2	21,45	528	
3	30,69	523	
4	34,54	521	
5	36,52	464	
6	42,46	427	
7	35,9	424	
8	38,61	411	
9	28,27	358	
10	50,16	333	
11	47,52	326	
12	52,69	282	
13	54,67	276	
14	50,71	243	
15	50,38	211	
ур. л.б.	69,4		

Промірні дані по СС

№№ пром верт.	Відстань від пост. початку, м	Глибина $h, \text{м}$
ур. п/б	6,7	0
1	9,4	1,51
2	14,4	2,33
3	19,4	2,65
4	24,4	3,12
5	29,4	3,68
6	34,4	3,39
7	39,4	3,77
8	44,4	2,46
9	49,4	1,89
10	54,4	1,71
ур. л.б.	69,4	0

$$\begin{aligned} H_{\text{поч}} &= 111 \\ H_{\text{кін}} &= 114 \\ H_{\text{sep}} &= \end{aligned}$$

Таблиця Д.6 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №6)  
 $L=100$  м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

№ поплавців	Відстань від постійного початку в в СС, м	Трив. руху попл. $t, \text{с}$	$V$ м/с
ур. п/б	10		
1	14,9	528	
2	17,3	464	
3	25,7	521	
4	29,2	411	
5	31	326	
6	36,4	333	
7	35,9	243	
8	32,9	203	
9	23,5	211	
10	43,4	282	
11	41	276	
12	45,7	358	
13	47,5	427	
14	43,9	424	
15	43,6	523	
ур. л.б.	60,9		

Промірні дані по СС

№№ пром верт.	Відстань від пост. початку, м	Глибина $h, \text{м}$
ур. п/б	8	0
1	10,9	0,83
2	15,9	1,9
3	20,9	2,25
4	25,9	2,77
5	30,9	3,38
6	35,9	3,06
7	40,9	3,48
8	45,9	2,04
9	50,9	1,41
10	55,9	1,22
ур. л.б.	60,9	0

$$H_{\text{поч}} = 129 \\ H_{\text{кін}} = 127 \\ H_{\text{sep}} =$$

Таблиця Д.7 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №7)  
L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

№ поплавців	Відстань від постійного початку в в СС, м	Трив. руху попл. <i>t</i> ,с	<i>V</i> м/с
ур. п/б	8,6		
1	13,1	528	
2	18,3	427	
3	24,9	464	
4	31,4	333	
5	33,2	358	
6	38,6	276	
7	35,9	243	
8	35,1	211	
9	25,7	282	
10	45,6	326	
11	43,2	424	
12	47,9	411	
13	54,8	521	
14	46,1	567	
15	45,8	523	
ур. л.б.	64,2		

Промірні дані по СС

№№ пром верт.	Відстань від пост. початку, м	Глибина <i>h</i> ,м
ур. п/б	8,6	0
1	9,2	1,27
2	14,2	4,32
3	19,2	5,12
4	24,2	6,31
5	29,2	7,73
6	34,2	6,97
7	39,2	7,92
8	44,2	4,65
9	49,2	3,22
10	54,2	2,77
ур. л.б.	64,2	0

$$H_{\text{поч}} = 128$$

$$H_{\text{кін}} = 125$$

$$H_{\text{sep}} =$$

Таблиця Д.8 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №8)  
 $L=100$  м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

№ поплавців	Відстань від постійного початку в в СС, м	Трив. руху попл. $t, \text{с}$	$V$ м/с
ур. п/б	10,2		
1	17,1	528	
2	19,5	521	
3	27,9	567	
4	31,4	333	
5	33,2	326	
6	38,6	276	
7	35,9	243	
8	35,1	211	
9	25,7	282	
10	45,6	358	
11	43,2	424	
12	47,9	411	
13	49,7	424	
14	46,1	427	
15	45,8	464	
ур. л.б.	63,1		

Промірні дані по СС

№№ пром верт.	Відстань від пост. початку, м	Глибина $h, \text{м}$
ур. п/б	10,2	0
1	12,9	0,51
2	17,9	1,73
3	22,9	2,05
4	27,9	2,52
5	32,9	3,08
6	37,9	2,79
7	42,9	3,17
8	47,9	1,86
9	52,9	1,29
10	57,9	1,11
ур. л.б.	63,1	0

$$\begin{aligned} H_{\text{поч}} &= 125 \\ H_{\text{кін}} &= 123 \\ H_{\text{sep}} &= \end{aligned}$$

Таблиця Д.9 - Обчислення витрати води, вимірюної поверхневими поплавцями (фрагмент книжки КГ-7М(н))

№ пром. точок	Відст. від п.п. (м)	Глибина $h$ (м)	Відст. між пром. верт. (м)	Глибина між пром верт. (м)	Площа між пром. верт $w$ ( $\text{м}^2$ )	Площа між шв. верт. $w$ ( $\text{м}^2$ )	Швидкість на шв. верт. $V_i$ (м/с)	Швидкість між шв. верт. $V$ (м/с)	$q$ між шв. верт. ( $\text{м}^3/\text{с}$ )
ур. п/б									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
ур. л.б.									

Таблиця Ж.1 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 1*),  
 абс. відм. урізу 1,39 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 159$  см,  $H_{\text{кін.}} = 156$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>			
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$ , м <sup>2</sup>	
Уріз л.б.	9,80	0,00				
1/I	10,50	2,48				
2	12,50	2,94				
3	14,50	2,60				
4/II	16,50	2,24				
5	18,50	2,00				
6	20,50	2,16				
7/III	22,50	2,36				
8	24,50	3,09				
9	26,50	3,56				
10/IV	28,50	3,70				
11	30,50	4,08				
12	32,50	3,72				
13/V	34,50	3,92				
14	36,50	3,84				
15	38,50	3,90				
16/VI	40,50	3,76				
17	42,50	3,80				
18	44,50	2,40				
19/VII	46,50	2,06				
20	48,50	2,04				
21/VIII	50,50	1,80				
Уріз пр.б.	52,50	0,00				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>			

Таблиця Ж.2 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 2*),  
 абс. відм. урізу **1,15 м БС**, **H<sub>поч.</sub> = 150 см**, **H<sub>кін.</sub> = 152 см**, **H<sub>разр.</sub> = \_\_\_\_\_ см**

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, <i>b<sub>i</sub></i> , м	Глибина, <i>h<sub>i</sub></i> , м	Площа поперечного перерізу, <i>W</i> , м <sup>2</sup>			
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b<sub>j</sub> = b<sub>i</sub> - b<sub>i-1</sub></i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h<sub>j</sub> = (h<sub>i</sub>+h<sub>i-1</sub>)/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w<sub>j</sub> = b<sub>j</sub> · h<sub>j</sub></i> , м <sup>2</sup>	
Уріз л.б.	8,80	0,00				
1/I	9,50	0,74				
2	11,50	0,77				
3	13,50	0,80				
4/II	15,50	0,62				
5	17,50	1,13				
6	19,50	0,97				
7/III	21,50	1,25				
8	23,50	0,95				
9	25,50	1,28				
10/IV	27,50	1,35				
11	29,50	1,54				
12	31,50	1,46				
13/V	33,50	1,63				
14	35,50	1,42				
15	37,50	1,38				
16/VI	39,50	1,40				
17	41,50	1,13				
18	43,50	0,53				
19/VII	45,50	0,52				
20	47,50	0,40				
21/VIII	49,50	0,43				
Уріз пр.б.	51,65	0,15				
			$W = \sum w_j = \text{_____} \text{ м}^2$			

Таблиця Ж.3 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 3*),  
 абс. відм. урізу 1,02 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 151$  см,  $H_{\text{кін.}} = 153$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>			
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$ , м <sup>2</sup>	
Уріз л.б.	11,80	0,00				
1/I	12,50	0,50				
2	14,50	0,88				
3	16,50	1,22				
4/II	18,50	1,15				
5	20,50	1,10				
6	22,50	1,13				
7/III	24,50	1,17				
8	26,50	1,57				
9	28,50	1,41				
10/IV	30,50	1,44				
11	32,50	1,52				
12	34,50	1,44				
13/V	36,50	1,48				
14	38,50	1,47				
15	40,50	1,49				
16/VI	42,50	1,45				
17	44,50	1,46				
18	46,50	0,63				
19/VII	48,50	0,41				
20	50,50	0,41				
21/VIII	52,50	0,36				
Уріз пр.б.	54,55	0,10				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>			

Таблиця Ж.4 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 4*),  
 абс. відм. урізу 0,97 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 152$  см,  $H_{\text{кін.}} = 156$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

№ промірної вертикалі, $i$	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>			
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$ , м <sup>2</sup>	
Уріз л.б.	6,80	0,26				
1/I	7,50	0,37				
2	9,50	0,48				
3	11,50	0,90				
4/II	13,50	1,12				
5	15,50	1,00				
6	17,50	1,08				
7/III	19,50	1,18				
8	21,50	2,18				
9	23,50	1,78				
10/IV	25,50	1,85				
11	27,50	2,04				
12	29,50	1,86				
13/V	31,50	1,96				
14	33,50	1,92				
15	35,50	2,13				
16/VI	37,50	1,88				
17	39,50	1,43				
18	41,50	1,20				
19/VII	43,50	1,03				
20	45,50	0,95				
21/VIII	47,50	0,52				
Уріз пр.б.	49,50	0,13				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>			

Таблиця Ж.5 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 5*),  
 абс. відм. урізу **0,90 м БС**, **H<sub>поч.</sub> = 153 см**, **H<sub>кін.</sub> = 155 см**, **H<sub>разр.</sub> = \_\_\_\_\_ см**

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, <i>b<sub>i</sub></i> , м	Глибина, <i>h<sub>i</sub></i> , м	Площа поперечного перерізу, <i>W</i> , м <sup>2</sup>			
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b<sub>j</sub></i> = <i>b<sub>i</sub></i> – <i>b<sub>i-1</sub></i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h<sub>j</sub></i> = ( <i>h<sub>i</sub></i> + <i>h<sub>i-1</sub></i> ) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>w<sub>j</sub></i> = <i>b<sub>j</sub></i> · <i>h<sub>j</sub></i> , м <sup>2</sup>	
Уріз л.б.	12,30	0,00				
1/I	13,00	1,72				
2	15,00	4,41				
3	17,00	3,90				
4/II	19,00	3,36				
5	21,00	3,00				
6	23,00	3,24				
7/III	25,00	3,54				
8	27,00	6,38				
9	29,00	5,34				
10/IV	31,00	5,55				
11	33,00	6,12				
12	35,00	5,58				
13/V	37,00	5,88				
14	39,00	5,76				
15	41,00	5,85				
16/VI	43,00	5,64				
17	45,00	5,70				
18	47,00	3,60				
19/VII	49,00	3,09				
20	51,00	3,06				
21/VIII	53,00	1,70				
Уріз пр.б.	55,37	0,12				
			$W = \sum w_j =$ _____ м <sup>2</sup>			

Таблиця Ж.6 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 6*),  
 абс. відм. урізу 0,85 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 154$  см,  $H_{\text{кін.}} = 158$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>			
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$ , м <sup>2</sup>	
Уріз л.б.	6,30	0,00				
1/I	7,00	0,41				
2	9,00	0,72				
3	11,00	1,06				
4/II	13,00	1,40				
5	15,00	1,26				
6	17,00	1,21				
7/III	19,00	1,30				
8	21,00	1,50				
9	23,00	1,97				
10/IV	25,00	1,55				
11	27,00	1,31				
12	29,00	1,25				
13/V	31,00	1,28				
14	33,00	1,27				
15	35,00	1,28				
16/VI	37,00	1,26				
17	39,00	1,26				
18	41,00	0,82				
19/VII	43,00	0,54				
20	45,00	0,34				
21/VIII	47,00	0,30				
Уріз пр.б.	49,00	0,10				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>			

Таблиця Ж.7 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 7*),  
 абс. відм. урізу 0,79 м БС,  $H_{\text{поч.}} = 156$  см,  $H_{\text{кін.}} = 153$  см,  $H_{\text{разр.}} = \underline{\hspace{2cm}}$  см

№ промірної вертикалі, $i$	Відстань від постійного початку, $b_i$ , м	Глибина, $h_i$ , м	Площа поперечного перерізу, $W$ , м <sup>2</sup>			
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$ , м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$ , м	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$ , м <sup>2</sup>	
Уріз л.б.	10,70	0,23				
1/I	14,50	0,41				
2	16,50	0,68				
3	18,50	1,11				
4/II	20,50	1,62				
5	22,50	1,48				
6	24,50	1,50				
7/III	26,50	1,62				
8	28,50	1,72				
9	30,50	2,19				
10/IV	32,50	2,05				
11	34,50	1,90				
12	36,50	1,77				
13/V	38,50	1,70				
14	40,50	1,49				
15	42,50	1,50				
16/VI	44,50	1,48				
17	46,50	1,49				
18	48,50	1,25				
19/VII	50,50	0,74				
20	52,50	0,64				
21/VIII	54,55	0,50				
Уріз пр.б.	56,78	0,00				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м <sup>2</sup>			

Таблиця Ж.8 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (*створ № 8*),  
 абс. відм. урізу **0,72 м БС**, **H<sub>поч.</sub> = 155 см**, **H<sub>кін.</sub> = 157 см**, **H<sub>разр.</sub> = \_\_\_\_\_ см**

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, <b><i>b<sub>i</sub></i>, м</b>	Глибина, <b><i>h<sub>i</sub></i>, м</b>	Площа поперечного перерізу, <b><i>W</i>, м<sup>2</sup></b>			
			Відстань між промірними вертикалями, <b><i>b<sub>j</sub> = b<sub>i</sub> - b<sub>i-1</sub></i>, м</b>	Глибина між промірними вертикалями, <b><i>h<sub>j</sub> = (h<sub>i</sub>+h<sub>i-1</sub>)/2</i>, м</b>	Площа між промірними вертикалями, <b><i>w<sub>j</sub> = b<sub>j</sub> · h<sub>j</sub></i>, м<sup>2</sup></b>	
Уріз л.б.	4,80	0,00				
1/I	5,50	0,63				
2	7,50	1,23				
3	9,50	1,08				
4/II	11,50	1,93				
5	13,50	1,58				
6	15,50	1,63				
7/III	17,50	1,93				
8	19,50	2,18				
9	21,50	2,68				
10/IV	23,50	3,02				
11	25,50	2,94				
12	27,50	2,58				
13/V	29,50	2,38				
14	31,50	1,79				
15	33,50	1,82				
16/VI	35,50	1,75				
17	37,50	1,77				
18	39,50	1,12				
19/VII	41,50	0,95				
20	43,50	0,96				
21/VIII	45,50	0,82				
Уріз пр.б.	48,35	0,63				
<b><i>W = Σ w<sub>j</sub> = _____ м<sup>2</sup></i></b>						

Таблиця Ж.9 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 1)

№ шв. верт.	Робоча глиби- на, $h_j$ , м	Відст. від пост. почат., $L_j$ , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигна- лів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с
			в частках	в м						
1			пов		118	24				
			0.2		120	24				
			0.6		137	24				
			0.8		122	18				
			дно		142	18				
2			пов		103	18				
			0.2		106	18				
			0.6		117	18				
			0.8		131	18				
			дно		134	18				
3			пов		115	24				
			0.2		122	24				
			0.6		126	24				
			0.8		103	18				
			дно		135	18				
4			пов		119	24				
			0.2		116	24				
			0.6		104	18				
			0.8		112	18				
			дно		126	18				
5			пов		123	24				
			0.2		129	24				
			0.6		107	18				
			0.8		113	18				
			дно		120	18				
6			пов		120	18				
			0.2		122	18				
			0.6		132	18				
			0.8		127	12				
			дно		138	12				
7			пов		104	12				
			0.2		108	12				
			0.6		129	12				
			0.8		135	12				
			дно		144	12				
8			пов		126	12				
			0.2		133	12				
			0.6		142	12				
			0.8		130	9				
			дно		135	9				

Таблиця Ж.10 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі  
детальним способом млинком ГР-21М (*створ № 2*)

№ шв. верт.	Робоча глиби- на, $h_j$ , м	Відст. від пост. почат., $L_j$ , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигна- лів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с
			в частках від $h_j$	в м						
1			пов		103	16				
			0.2		105	16				
			0.6		112	16				
			0.8		132	16				
			дно		133	16				
2			пов		110	24				
			0.2		116	24				
			0.6		135	24				
			0.8		102	16				
			дно		163	16				
3			пов		127	32				
			0.2		130	32				
			0.6		135	32				
			0.8		121	24				
			дно		130	16				
4			пов		129	32				
			0.2		103	24				
			0.6		117	24				
			0.8		134	24				
			дно		121	16				
5			пов		114	24				
			0.2		114	24				
			0.6		133	24				
			0.8		139	24				
			дно		121	16				
6			пов		129	24				
			0.2		126	24				
			0.6		135	24				
			0.8		120	16				
			дно		127	16				
7			пов		107	16				
			0.2		113	16				
			0.6		129	16				
			0.8		173	16				
			дно		197	16				
8			пов		126	12				
			0.2		133	12				
			0.6		142	12				
			0.8		130	9				
			дно		135	9				

Таблиця Ж.11 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі детальним способом млинком ГР-21М (*створ № 3*)

№ шв. верт.	Робоча глиби- на, $h_j$ , м	Відст. від пост. почат., $L_j$ , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигна- лів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с
			в частках	в м						
1			пов		126	12				
			0.2		133	12				
			0.6		142	12				
			0.8		130	9				
			дно		135	9				
2			пов		107	12				
			0.2		113	12				
			0.6		135	12				
			0.8		100	8				
			дно		110	8				
3			пов		109	24				
			0.2		116	24				
			0.6		130	24				
			0.8		101	18				
			дно		125	18				
4			пов		100	18				
			0.2		100	18				
			0.6		102	16				
			0.8		121	16				
			дно		105	12				
5			пов		125	24				
			0.2		122	24				
			0.6		101	18				
			0.8		100	24				
			дно		108	24				
6			пов		120	18				
			0.2		122	18				
			0.6		132	18				
			0.8		127	12				
			дно		138	12				
7			пов		104	12				
			0.2		108	12				
			0.6		129	12				
			0.8		135	12				
			дно		144	12				
8			пов		116	12				
			0.2		123	12				
			0.6		132	12				
			0.8		120	9				
			дно		125	9				

Таблиця Ж.12 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі детальним способом млинком ГР-21М (*створ № 4*)

№ шв. верт.	Робоча глиби- на, $h_j$ , м	Відст. від пост. почат., $L_j$ , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигна- лів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с
			в частках	в м						
1			пов		100	16				
			0.2		101	16				
			0.6		116	16				
			0.8		103	12				
			дно		108	12				
2			пов		132	16				
			0.2		107	15				
			0.6		109	16				
			0.8		101	12				
			дно		108	12				
3			пов		117	18				
			0.2		119	18				
			0.6		119	18				
			0.8		107	16				
			дно		102	8				
4			пов		125	24				
			0.2		122	24				
			0.6		101	18				
			0.8		100	16				
			дно		108	16				
5			пов		100	24				
			0.2		100	24				
			0.6		102	18				
			0.8		121	18				
			дно		105	18				
6			пов		120	18				
			0.2		122	18				
			0.6		132	16				
			0.8		127	16				
			дно		138	12				
7			пов		109	16				
			0.2		116	16				
			0.6		130	16				
			0.8		101	12				
			дно		125	12				
8			пов		107	12				
			0.2		113	12				
			0.6		135	12				
			0.8		100	8				
			дно		110	8				

Таблиця Ж.13 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі детальним способом млинком ГР-21М (*створ № 5*)

№ шв. верт.	Робоча глиби- на, $h_j$ , м	Відст. від пост. почат., $L_j$ , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигна- лів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с
			в частках	в м						
1			пов		138	12				
			0.2		133	12				
			0.6		134	12				
			0.8		108	8				
			дно		116	8				
2			пов		103	12				
			0.2		109	12				
			0.6		120	12				
			0.8		138	12				
			дно		100	8				
3			пов		111	18				
			0.2		102	18				
			0.6		113	18				
			0.8		125	16				
			дно		103	8				
4			пов		123	16				
			0.2		126	16				
			0.6		107	12				
			0.8		119	12				
			дно		130	8				
5			пов		103	12				
			0.2		109	12				
			0.6		123	12				
			0.8		119	12				
			дно		143	12				
6			пов		120	18				
			0.2		122	18				
			0.6		132	18				
			0.8		127	12				
			дно		138	12				
7			пов		104	12				
			0.2		108	12				
			0.6		129	12				
			0.8		135	12				
			дно		144	12				
8			пов		126	12				
			0.2		133	12				
			0.6		142	12				
			0.8		130	9				
			дно		135	9				

Таблиця Ж.14 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі детальним способом млинком ГР-21М (*створ № 6*)

№ шв. верт.	Робоча глиби- на, $h_j$ , м	Відст. від пост. почат., $L_j$ , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигна- лів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с
			в частках	в м						
1			пов		107	16				
			0.2		113	16				
			0.6		129	16				
			0.8		173	16				
			дно		197	16				
2			пов		129	24				
			0.2		126	24				
			0.6		135	24				
			0.8		120	16				
			дно		127	16				
3			пов		114	24				
			0.2		114	24				
			0.6		133	24				
			0.8		139	24				
			дно		121	16				
4			пов		129	32				
			0.2		103	24				
			0.6		117	24				
			0.8		134	24				
			дно		121	16				
5			пов		127	32				
			0.2		130	32				
			0.6		135	32				
			0.8		121	24				
			дно		130	16				
6			пов		110	24				
			0.2		116	24				
			0.6		135	24				
			0.8		102	16				
			дно		163	16				
7			пов		103	16				
			0.2		105	16				
			0.6		112	16				
			0.8		132	16				
			дно		133	16				
8			пов		126	16				
			0.2		130	16				
			0.6		133	16				
			0.8		135	16				
			дно		142	16				

Таблиця Ж.15 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі детальним способом млинком ГР-21М (*створ № 7*)

№ шв. верт.	Робоча глиби- на, $h_j$ , м	Відст. від пост. почат., $L_j$ , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигна- лів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с
			в частках	в м від $h_j$						
1			пов		64	5				
			0.2		77	6				
			0.6		67	6				
			0.8		60	5				
			дно		89	5				
2			пов		70	7				
			0.2		60	8				
			0.6		63	8				
			0.8		60	6				
			дно		63	6				
3			пов		70	7				
			0.2		60	8				
			0.6		61	8				
			0.8		69	8				
			дно		68	6				
4			пов		61	6				
			0.2		88	10				
			0.6		56	8				
			0.8		67	8				
			дно		87	6				
5			пов		60	6				
			0.2		78	8				
			0.6		65	8				
			0.8		73	8				
			дно		85	6				
6			пов		71	8				
			0.2		66	4				
			0.6		74	8				
			0.8		64	6				
			дно		67	4				
7			пов		75	7				
			0.2		63	8				
			0.6		62	6				
			0.8		65	6				
			дно		87	5				
8			пов		60	5				
			0.2		75	6				
			0.6		68	6				
			0.8		62	5				
			дно		83	5				

Таблиця Ж.16 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі детальним способом млинком ГР-21М (*створ № 8*)

№ шв. верт.	Робоча глиби- на, $h_j$ , м	Відст. від пост. почат., $L_j$ , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, $t_i$ , с	Кіль-ть сигна- лів, $s_i$ , об.	Сума обертів, $N_i$ , об.	Швидк. обертів, $n_i$ , об/с	Швидк. течії в точці, $V_i$ , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cepj}$ , м/с
			в частках	в м						
1			пов		130	26				
			0.2		132	26				
			0.6		149	26				
			0.8		134	20				
			дно		154	20				
2			пов		115	20				
			0.2		118	20				
			0.6		129	20				
			0.8		143	20				
			дно		146	20				
3			пов		127	26				
			0.2		134	26				
			0.6		138	26				
			0.8		115	20				
			дно		147	20				
4			пов		131	26				
			0.2		128	26				
			0.6		116	20				
			0.8		124	20				
			дно		138	20				
5			пов		135	26				
			0.2		141	26				
			0.6		119	20				
			0.8		125	20				
			дно		132	20				
6			пов		132	20				
			0.2		134	20				
			0.6		144	20				
			0.8		139	14				
			дно		150	14				
7			пов		116	14				
			0.2		120	14				
			0.6		141	14				
			0.8		147	14				
			дно		156	14				
8			пов		138	14				
			0.2		145	14				
			0.6		154	14				
			0.8		142	11				
			дно		147	11				

Таблиця Ж.17 - Обчислення витрат води млинком

№ швидк. верт.	Швидкість на швидк. верт., м/с ( $\bar{V}_i$ )	Швидкість між швидк. верт. м/с $V_j = \frac{\bar{V}_i + \bar{V}_{i+1}}{2}$	Площа між швидк. верт. $w_j$ , м <sup>2</sup>	Витрата води між швидк. верт., $Q_j$ , м <sup>3</sup> /с
I				
II				
III				
IV				
V				
VI				
VII				
VIII				

**ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ  
«МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ  
(ГІДРОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ)»**

Укладач: Яров Я.С.

Підп. до друку  
Умовн. друк. арк.

Формат  
Тираж

Папір  
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одесський державний екологічний університет  
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15

---

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

ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

до практичних робіт з дисципліни  
**«МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ  
ВИМІРЮВАНЬ (ГІДРОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ)»**

**“Затверджено”**  
на засіданні методичної комісії  
Природоохоронного факультету  
Протокол № від 2015 р.

Голова комісії Чугай А.В. \_\_\_\_\_  
(підпис)

**“Узгоджено”**  
декан ГМІ Овчарук В.А. .  
(підпис)  
Протокол № від 2015 р.

**“Затверджено”**  
на засіданні кафедри гідроекології  
і водних досліджень  
Протокол № 12 від 14.04.2015р.

Зав. кафедри Лобода Н.С. \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Одеса - 2015**