

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт
з навчальної дисципліни
«Геодезичне забезпечення моніторингу водних екосистем»
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт
з навчальної дисципліни
«Геодезичне забезпечення моніторингу водних екосистем»
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
193 «Геодезія та землеустрій»
Протокол № 7
від 12.04.2024р.

Методичні вказівки до практичних робіт з навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення моніторингу водних екосистем» для студентів 3-го року денної та 4-го року заочної форм навчання за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій», рівень вищої освіти «бакалавр»/ ст. викл. Яров Я.С., ст. викл. Гращенко Т.В. Одеса: ОДЕКУ, 2024. 140 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 Практична робота № 1 «Геозезичне забезпечення спостережень за рівнями води на водпостах»	6
1.1 Теоретична частина до практичної роботи № 1	6
1.2 Практична частина до практичної роботи № 1	13
1.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 1	13
2 Практична робота № 2 «Геодезичне забезпечення виконання промірних робіт на водних об'єктах»	14
2.1 Теоретична частина до практичної роботи № 2	14
2.2 Практична частина до практичної роботи № 2	30
2.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 2	31
3 Практична робота № 3 «Геодезичне забезпечення вимірювань швидкостей течії води»	32
3.1 Теоретична частина до практичної роботи № 3	32
3.2 Практична частина до практичної роботи № 3	39
3.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 3	39
4 Практична робота № 4 «Геозезичне забезпечення обладнання гідроствору для вимірювань витрат води і наносів»	40
4.1 Теоретична частина до практичної роботи № 4	40
4.2 Практична частина до практичної роботи № 4	42
4.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 4	42
5 Практична робота № 5 «Геодезичне забезпечення визначення витрат води, виміряних різними способами»	43
5.1 Теоретична частина до практичної роботи № 5	43
5.2 Практична частина до практичної роботи № 5	48
5.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 5	49
6 Практична робота № 6 «Геодезичне забезпечення визначення витрат завислих, донних наносів та вивчення донних відкладів»	50
6.1 Теоретична частина до практичної роботи № 6	50
6.2 Практична частина до практичної роботи № 6	58
6.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 6	58
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	59
Додатки (вихідні дані до виконання практичних робіт)	60

ВСТУП

Методичні вказівки розроблені для виконання практичних робіт двох змістовних модулів практичних (ЗМ-П1, ЗМ-П2) навчальної дисципліни **«Геодезичне забезпечення моніторингу водних екосистем»** для студентів 3-го року денної форми навчання та 4-го року заочної форми навчання (включно з іноземцями) за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» (освітньо-професійна програма «Землеустрій та кадастр») першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Дані методичні вказівки створені з метою забезпечення студентів потрібною навчально-методичною літературою для самостійної підготовки та виконання практичних робіт №№ 1 -6, а також закріплення теоретичних знань, отриманих під час лекційних занять. Для поглибленого вивчення матеріалу наприкінці даних методичних вказівок є список рекомендованої літератури. Методичні вказівки складені відповідно до силабусу навчальної дисципліни.

У методичних вказівках наведені рекомендації до виконання та оформлення практичних робіт №№ 1 – 6 і вихідні дані до них. Перед виконанням практичної роботи слід ознайомитись з теоретичним матеріалом, викладеним у відповідних розділах методичних вказівок, а також надати відповіді на запитання для самоперевірки. Потім слід виконати завдання практичної частини практичної роботи.

Для оцінювання практичних робіт №№ 1 - 6 їх слід оформити та захистити. Відповідно до силабусу навчальної дисципліни оцінювання практичних робіт здійснюється наступним чином: перевірка виконання розрахункових частин практичних робіт (по 6 балів); захист (у вигляді усного опитування) практичних робіт (по 4 бали).

Отже, кожна практична робота оцінюється максимально в 10 балів, а опрацювання матеріалу ЗМ-П1, ЗМ-П2 оцінюється максимально в 60 балів.

1 Практична робота №1

Геодезичне забезпечення спостережень за рівнями води на водпостах

1.1 Теоретична частина до практичної роботи № 1

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 Гідрометеорологічного центру України (ГМЦУ) систематично видаються кадастрові видання гідрометеорологічних спостережень.

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

Рівневі спостереження являють собою вимірювання рівней 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**. Вибір конкретного типу постів визначається амплітудою коливання рівнів води у водоймі, профілем берегового схилу, особливостями гідрологічного режиму (паводковий, льодовий, тощо), наявністю гідротехнічних споруд.

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

«Нуль графіка поста» - це умовна площина, 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 площина, від якої проводиться відлік рівня води у певний час спостереження. На рейковому водпосту - це площина нуля рейки, а на пальовому – площина головки палі, на якій проводять спостереження. На водомірному пості ця величина непостійна,

бо рівень води завжди змінюється, отож відлік рівня води проводять на різних палях (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 пальному 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).

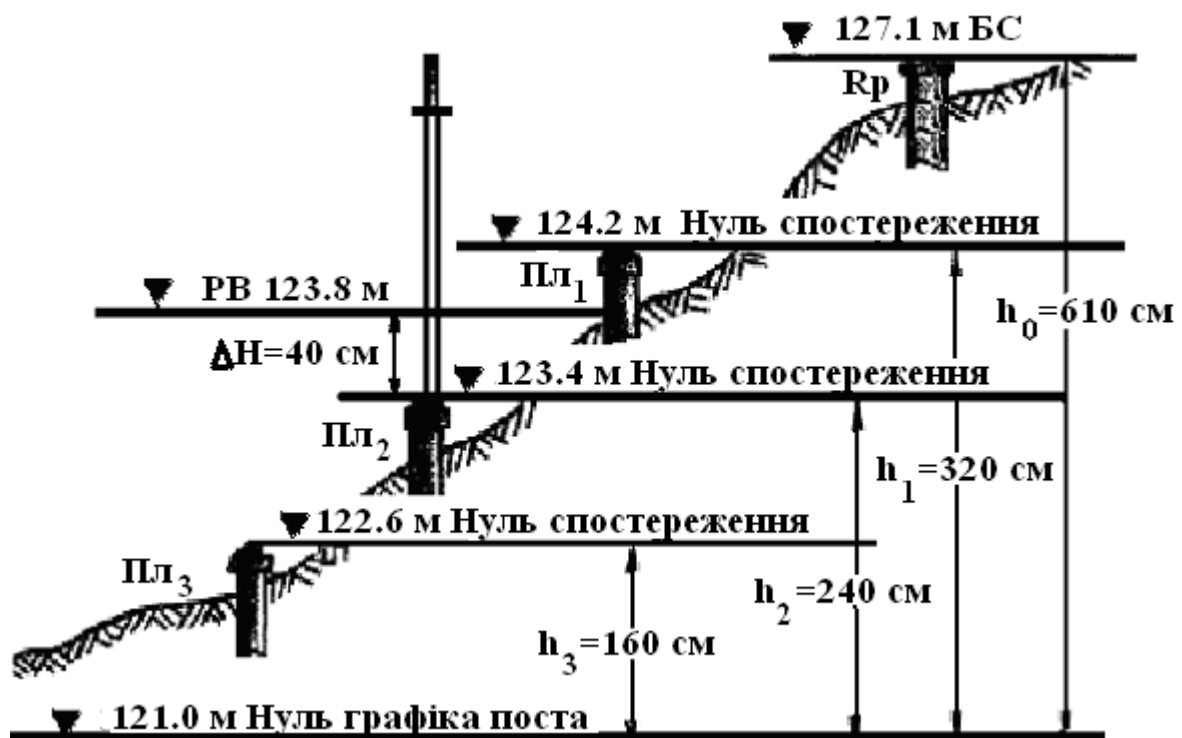


Рисунок 1.1 – Висотна система рівневих спостережень на пальному водпосту: **Рр)** репер; **БС)** Балтійська система; **Пл)** паля; **h)** приводки відповідних паль; **РВ)** рівень води на посту на час спостережень (м)

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 поста залежить від умов: якщо коливання рівнів води незначне (до 3 м) – встановлюють рейковий пост (рейки стандартні з металу, дерева,

пластику з поділками через кожні 1-2 см, приклад - на рис. 1.2 а, б, в); якщо коливання рівнів 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. 1.2 г, д, є).

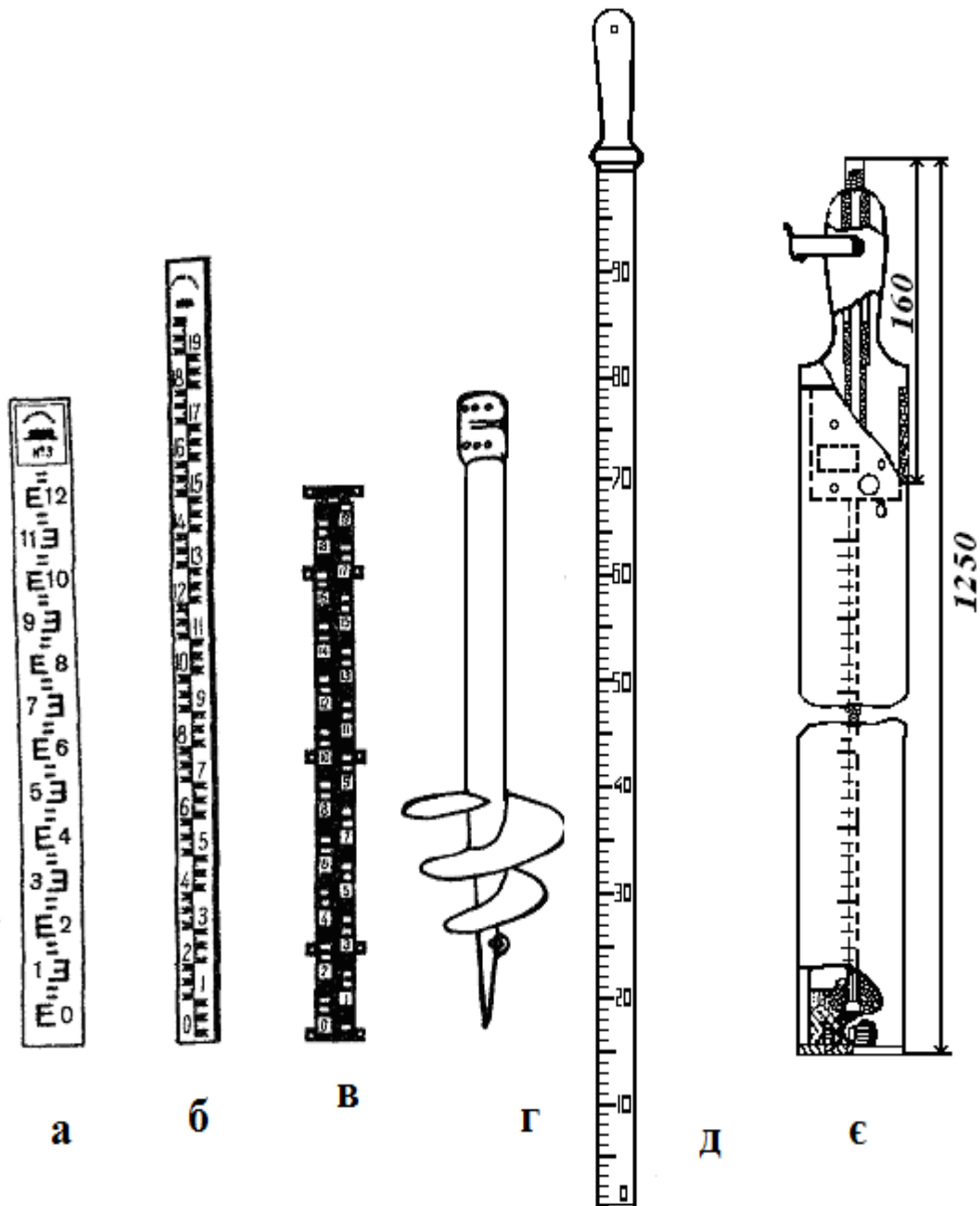


Рисунок 1.2 – Водомірні пристрої на рейкових і пальових водпостах:
 а) дерев'яна рейка; б) металева емальована рейка; в) чавунна рейка;
 г) металева паля Пі-20; д) переносна рейка ГР-104;
 є) переносна рейка із заспокоювачем ГР-23.

Палі розташовують на береговому схилі перпендикулярно до напрямку русла річки від максимальних відміток берегу до мінімальних (встановлюють візуально або опитуючи місцевих). Принцип розміщення - перевищення поверхонь головок суміжних паль має бути не більш 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.

Самописні водомірні пости - це пости, які обладнані приладами-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, змінно-нагінних явищах, а також при змінах водного режиму через вплив роботи гідротехнічних споруд. Їх встановлюють в береговий чи острівний спосіб, дублюючи контрольним рейково-пальовим водпостом.

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

СРВ «Валдай» (рис. 1.3) – 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.

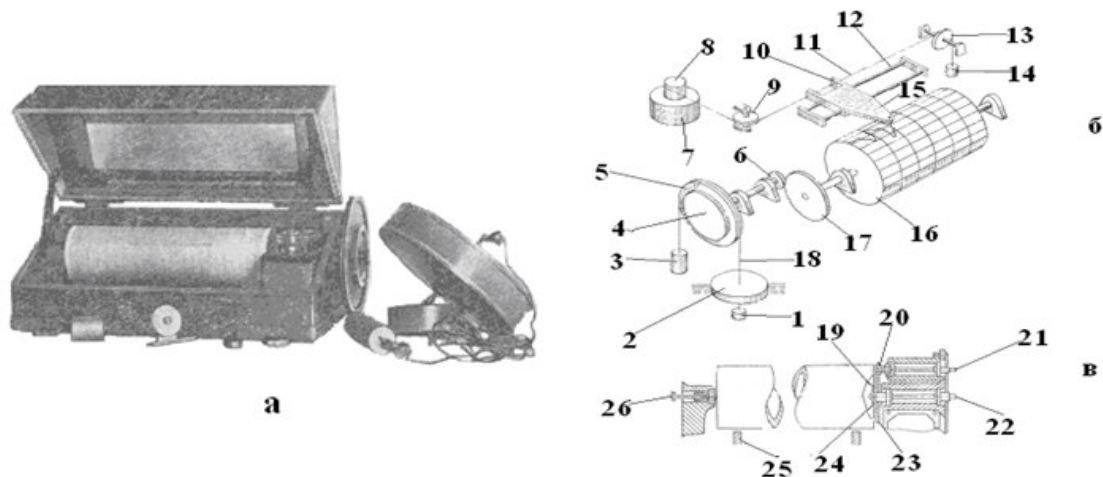


Рисунок 1.3 – СРВ «Валдай» (а) загальний вигляд; б) кінематична схема; в) схема вмикання масштабних шестерень з барабаном):

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

Проектування водомірних постів

Для організації рівневих спостережень (відкриття водпоста) треба:

- 1) обрати місце (ділянка має задовольняти комплексу вимог) і зробити нівелювання берегу та проміри глибин в обраному створі;
- 2) запроектувати водпост за даними історичних екстремальних рівнів води та з урахуванням профілю берегового схилу;
- 3) обладнати водпост, прив'язати репери поста до пунктів державної геодезичної мережі (в м БС), пронівелювати усі постові пристрої.

Для проектування водпоста 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 пристроїв – відстань від постійного початку і позначку “нуля спостережень”;
- 5) обчислити приводки постових пристроїв.

Побудований профіль берегового схилу доповнюють горизонтальними лініями максимального та мінімального рівнів води, призначають відмітку “нуля графіка поста”, по якій 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 проектують 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 складає основу проекту.

Проект водпоста викреслюють на міліметровці у певному масштабі і використовують в практичній роботі посту. Приклад профілю запроектованого водпоста наведено на рис. 1.4

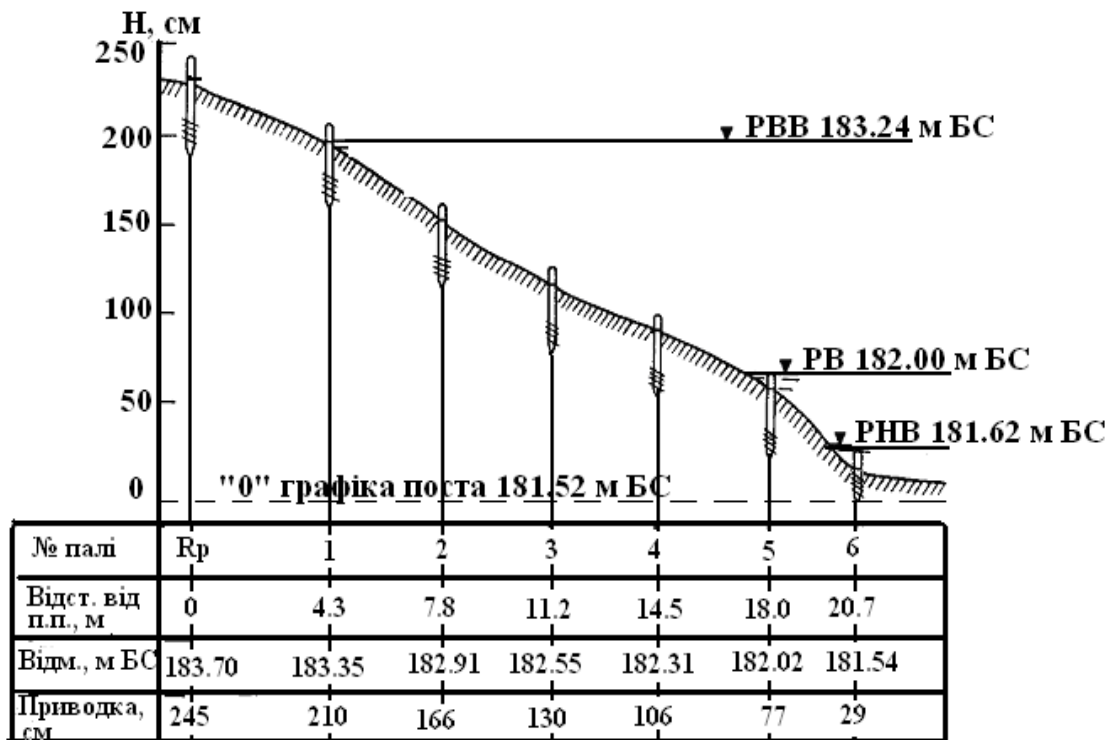


Рисунок 1.4 – Профіль пального водомірного поста

Стандартна обробка даних строкових рівневих спостережень

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 отримують:

- 1) середнє значення рівня за добу над “0” графіка водпоста,
- 2) середньомісячне значення рівня,
- 3) найбільший і найменший рівень за місяць та їх дати.

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

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

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 проводяться 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:

$$\bar{H} = \frac{\sum H_i}{24}. \quad (1.1)$$

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 десятирній формі: ціле – години, хвилини переводяться у частки години).

Матеріали водомірних спостережень після обробки на водпосту, аналізу і контролю на станції готують до друку по формі 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 приведенного рівня значення відмітки “нуля

графіка поста” у метрах БС, можна визначити значення рівнів води в діючій абсолютній системі висот.

1.2 Практична частина до практичної роботи №1

Завдання 1.

Потрібно: скласти проект пальового водомірного поста

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. А.1) на аркуші міліметровки формату А₄ 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. 1.4.

Завдання 2.

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

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. А.2) заповнити графу приводок паль водпоста, 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 3.

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

Хід роботи: по варіанту (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.

Завдання 4.

Потрібно: оформити пояснювальну записку до практичної роботи №1 шляхом відповіді на питання до самоперевірки.

1.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 1

1. Які 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. Які є види простих водпостів?
5. Які основні типи існуючих СРВ та їх експлуатаційні відмінності?
6. Яке призначення на посту мають репери?
7. Які є вимоги до ділянки для облаштування водомірного поста?
8. Як проводять проектування водомірних постів?
9. Що включає строкові спостереження за рівнем води і їх обробка?
10. Які два методи обробки стрічок СРВ?
11. Як оформлюють матеріали водомірних спостережень до видання?

2 Практична робота № 2

Геодезичне забезпечення виконання промірних робіт на водних об'єктах

2.1 Теоретична частина до практичної роботи № 2

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

Комплекс промірних робіт:

розбивка магістралі і промірних створів;

визначення і закріплення промірних точок на плані (в створі);

фіксація рівнів води на початку і по завершенню промірних робіт (на основному або тимчасовому водомірному посту);

власне вимірювання глибин у створі;

визначення характеру ґрунту дна водойми.

Є два методи промірів глибин: дискретний; безперервна зйомка.

Їх реалізація: механічний, гідростатичний, акустичний способи.

Дискретний метод промірів глибин

Глибини (механічно, акустично) визначають в окремих точках.

Для механічного проміру використовують: намітку, гідрометричну штангу, ручний лот, механічний лот, переносні рейки (водомірні та нівелірні) (рис. 2.1).

Намітка (рис. 2.1,а) – жердина довжиною 7-10 м, діаметром 6 см, яка має червоно-білі ділянки по 10см, 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-лінь) (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 (± 1 см), вантажопідйомність – 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 акустичного проміру глибин можна використовувати ехолоти з точковими показниками глибин – ЕПО-10, “Зонд” та інші (рис. 2.2).

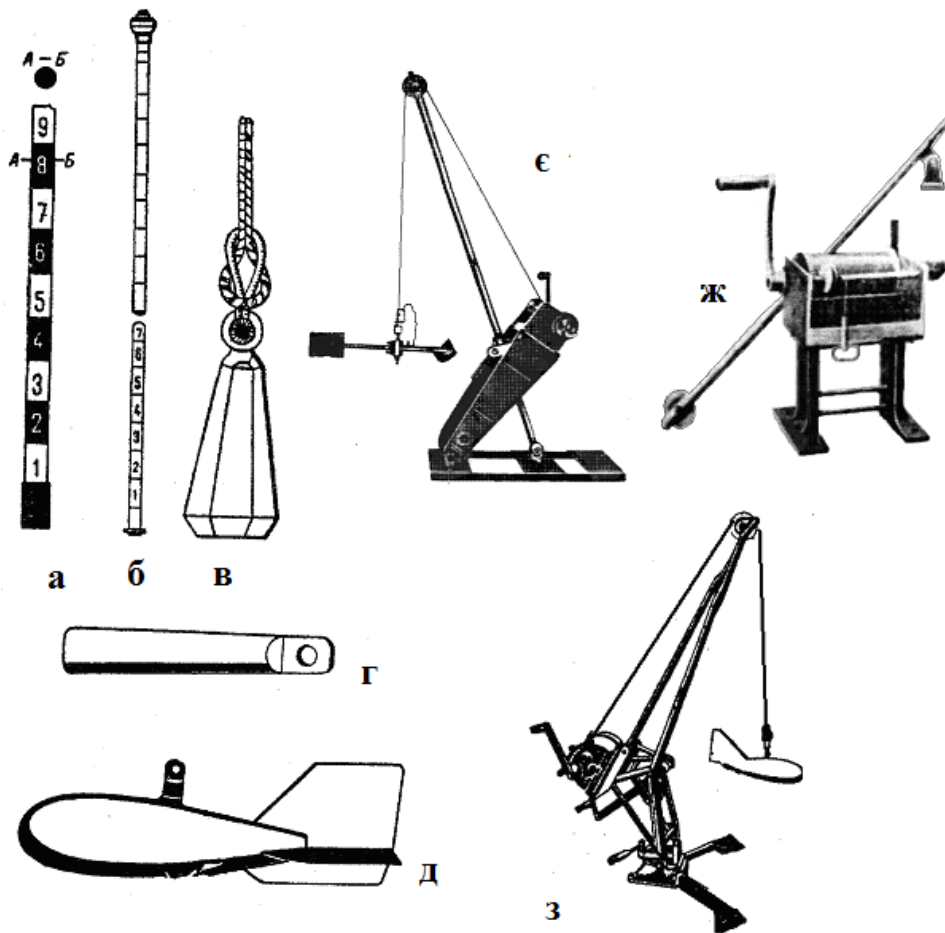


Рисунок 2.1 – Прилади для вимірювання глибин (дискретний метод):
 а) намітка; б) гідрометрична штанга; в) ручний лот; г) лот-лінь;
 д) гідрометричний рибоподібний вантаж; е) лебідка Пі-23 («НЕВА»);
 ж) лебідка Пі-24 («ЛУГА»); з) лебідка ГР-36.

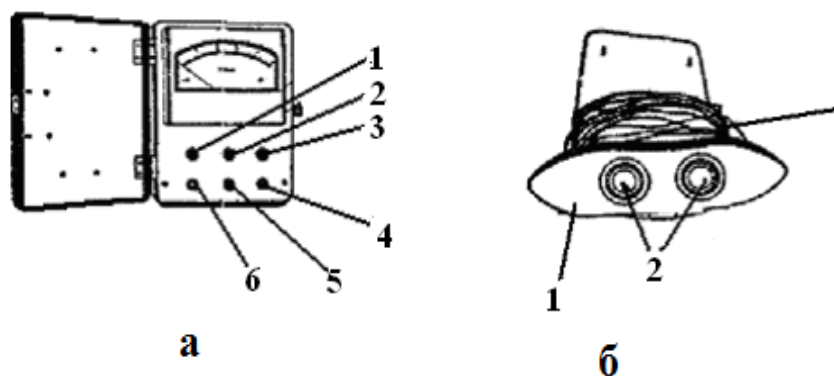


Рисунок 2.2 – Малогабаритний ехолот:
 а) центральний прилад (1) ручка «встановлення нуля»; 2) кнопка «калібровка»; 3) ручка «встановлення глибини»; 4) роз'єм «приймач»; 5) роз'єм «живлення»; 6) роз'єм «передавач»); б) забортний пристрій (1) обтічник; 2) випромінювач; 3) кабель з'єднання).

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. Поширення набув також геодезичний метод, який передбачає кутові засічки теодолітами (рис. 2.3), мензулами (рис. 2.4), сектантом, фіксація по технології GPS (глобальна система космічного позиціонування). Відповідний приймач (рис. 2.5) дає географічні координати, висоту точки, швидкість та напрям руху, електронну карту місцевості, комується до ПК. Завдяки використанню космічних супутників можливо працювати при несприятливих погодних умовах з більшою швидкістю. Але в даний час цей спосіб координування не завжди забезпечує високу точність позиціонування при роботах на малих річках.

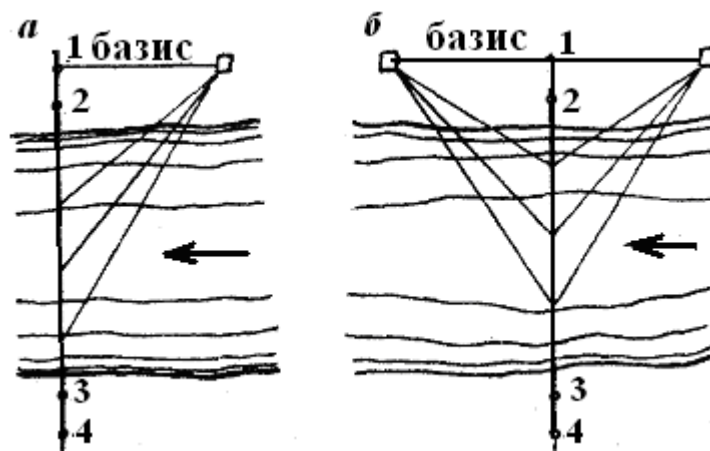


Рисунок 2.3 – Схема засічки промірних точок на поперечнику одним (а) або двома (б) теодолітами



Рисунок 2.4 – Проміри: а) косими галсами; б) по повздожникам

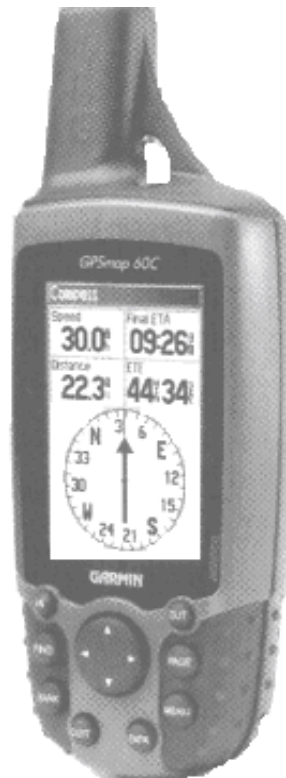


Рисунок 2.5 – GPS навігатор «GPS MAP 60C» (фірма «Garmin»)

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 ехолоти з самописами (рис. 2.6, 2.7, 2.8).

Стандартні ехолоти досить важкі та габаритні, потребують значних зусиль при калібровці 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.

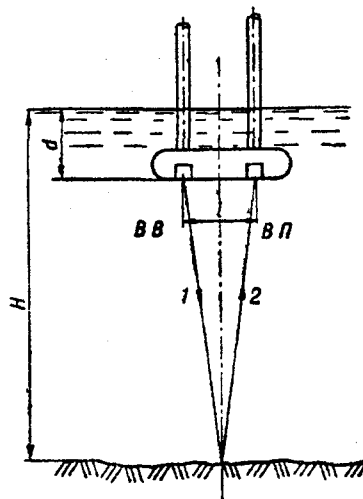


Рисунок 2.6 – Схема вимірювання глибини ехолотом (забортний пристрій): ВВ) випромінювач; ВП) приймач; 1) прямий імпульс; 2) відбитий імпульс.



Рисунок 2.7 – Електронний ехолот «Fishfinder-250» («Garmin»)

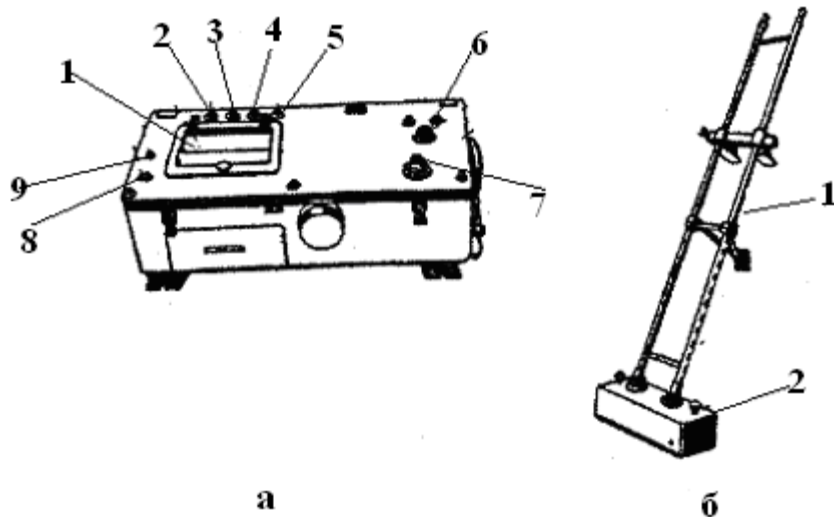


Рисунок 2.8 – Промірний ехолот ПЕЛ-2: а) центральний прилад (1) вікно; 2,3,4,5) тумблери вмикання, освітлення шкали, вмикання запису нульової лінії глибин, перемикання шкал; б) вольтметр; 7) рукоятка регулювання підсилення; 8) кнопка оперативної позначки; 9) неонові лампочки); б) забортний пристрій (1)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

Побудова профілю водного перерізу водойми

Дані польових промірів у створах заносять до книжки КГ-2. При обробці матеріалів промірних робіт за вимірними 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 А₄, 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:

- номери 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 морфометричних 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

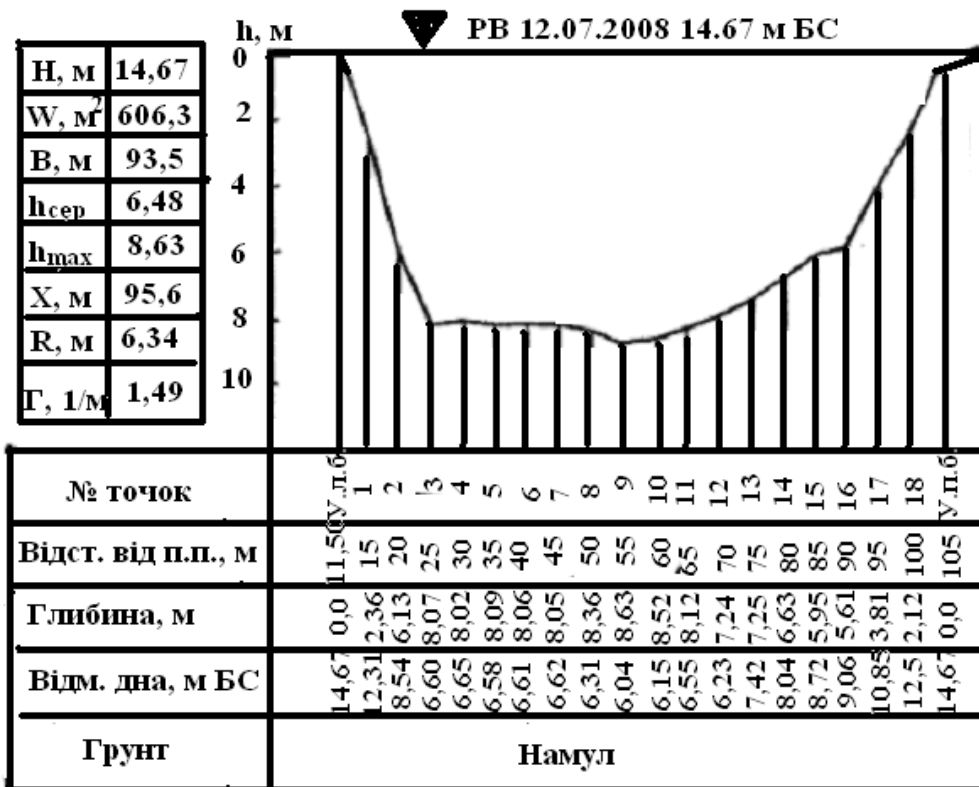


Рисунок 2.9 – Профіль поперечного перерізу річки

Для кожного профілю поперечного перерізу обчислюють комплекс його морфометричних характеристик:

1. площа водного перерізу w (м²);
2. ширина річки B (м);
3. довжина змоченого периметру χ (м);
4. максимальна глибина h_{max} (м);
5. середня глибина $h_{сер}$ (м);
6. гідравлічний радіус R (м);
7. параметр Глушкова Γ (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. Приймають, що промірні вертикалі 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).

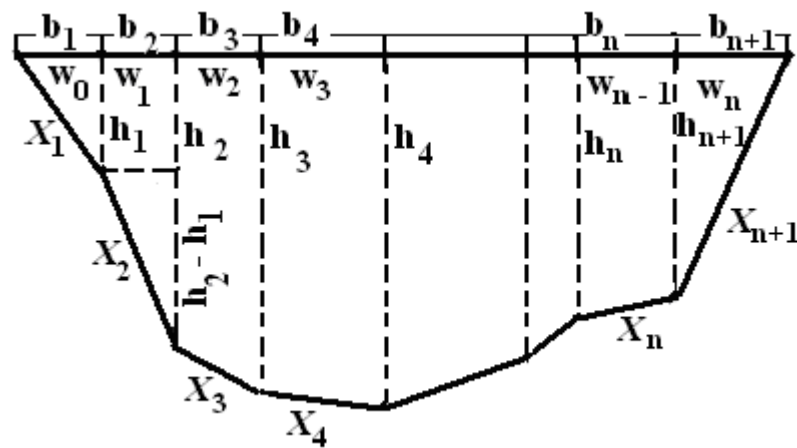


Рисунок 2.10 - Схема обчислення площі водного перерізу і довжини змоченого периметра

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 площі водного перерізу окремо взяті площі зануреного у воду льоду та вільну площу перерізу. Крім того, при розрахунках витрат води окремо обчислюють так звані площі «мертвого перерізу» та площі «живого перерізу». Перший термін позначає частину перерізу, де відсутня течія води або вона надто мала, другий термін характеризує площу, в якій рух води присутній. Площі 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 отримують загальну площу водного перерізу, за виразами 2.2, 2.5 (для w_0, w_n) обчислюють площі 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 знаходяться 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 площу і ширину водного перерізу річки при будь якій висоті рівня.

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

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

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

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

$$\dots\dots\dots$$

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

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

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

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

Середня глибина $h_{сер}$ – добуток від ділення загальної площі водного

перерізу на ширину русла в створі, обчислюється за формулою:

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

Гідрравлічний радіус R – добуток від ділення загальної площі водного перерізу на величину змоченого периметра:

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

Фактично, гідрравлічний радіус показує, яка доля площі 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 отримане значення гідрравлічного радіуса та середньої глибини майже співпадають.

Параметр Глушкова Γ – представляє собою характеристику взаємодії між руслом, яке розмивається, і потоком води крізь русло:

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

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

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 у 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 і тому човен весь час рухається з непостійною швидкістю, також не завжди витримується лінія створу, отож неоднорідність масштабу треба враховувати при подальшій обробці ехограм.

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 приладу (теодоліту або мензули) до промірного створу;
- 4) кути між базисом і напрямками на точки контрольних позначок, які відмічені на ехограмі (α_i , °);
- 5) дані рівневих спостережень за час проведення промірів.

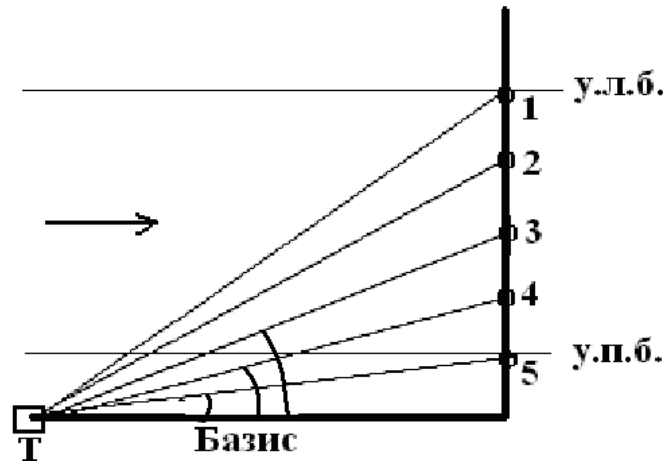


Рисунок 2.11 – Схема координування промірів за допомогою теодоліта

На ехограмі по вертикалі показана глибина у постійному масштабі, визначити глибину можна за допомогою сітки ехограми або лінійки з використанням вертикального масштабу. На горизонтальній вісі ехограми відкладено відстані між контрольними точками в різних масштабах по окремим ділянкам між точками (бо швидкість зйомки глибин різна), істинну довжину відстаней визначають з використанням контрольних кутомірних позначок і довжини базису.

Обробка ехограми виконується в наступній послідовності:

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

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

- 2) визначають дійсні відстані між суміжними контрольними позначками (b_i дійс., м) за формулою (2.15):

$$b_i \text{ дійс.} = V_i \text{ дійс.} - V_{i-1} \text{ дійс.}; \quad (2.15)$$

- 3) вимірюються відстані між позначками на ехограмі (b_i ехогр., см);
- 4) перевіривши дійсні відстані з метрів в сантиметри, визначають горизонтальний масштаб (M_i гориз. 1: m_i гориз.) кожної ділянки між точками

контрольних позначок на ехограмі та випишують їх у відповідні ділянки, де m_i гориз. знаходять за формулою (2.16):

$$m_i \text{ гориз.} = \frac{b_i \text{ дійс.}}{b_i \text{ ехогр.}}; \quad (2.16)$$

5) на ехограмізначають 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).

Складання плану ділянки річки в горизонталях (ізобатах)

За результатами промірів глибин у створах будують не лише профілі окремих створів, а й об'єднують дані по суміжним створам для побудови плану підводного рельєфу водойм у горизонталях (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 абсолютних відміток поверхні води (урізу) в районі промірів встановлюють тимчасовий водпост. Його відомості по початковому і кінцевому рівням $H_{поч}$, $H_{кін}$ дозволяють визначити робочий рівень $H_{роб}$, який приймається рівним для всіх промірних створів. Абсолютні відмітки точок дна отримують шляхом віднімання вимірних 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 кожної точки випишують її абсолютну відмітку у м БС, справа – глибину у м. Через поле точок проводять ізолінії глибин (або горизонталі) 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 А₄, містити необхідні відомості: масштаби, прізвища виконавців і перевіряючого, підписані ізолінії, напрям „південь-північ”, назву рисунка. Приклад оформлення дається на рис. 2.12.

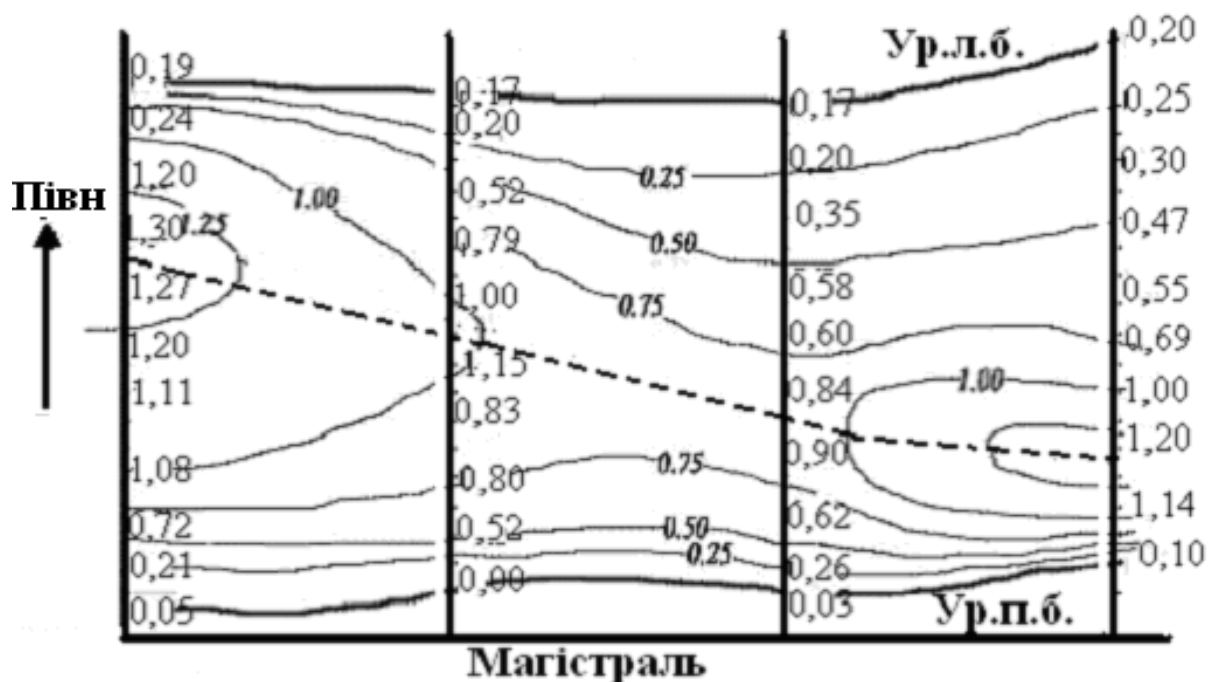


Рисунок 2.12 – План ділянки річки в ізобатах

Визначення топографічних характеристик водосховища

Головною топографічною характеристикою водойми виступають криві залежності площ дзеркала, об'ємів та середніх глибин від позначки наповнення водойми. Для отримання цих характеристик треба мати матеріали великомасштабної планово-висотної з'йомки району майбутніх затоплень, які готуються у вигляді планів місцевості в горизонталях.

Площі дзеркал водосховища при тих чи інших положеннях межі затоплення визначаються на планах з'йомки площ, які обмежені контурами горизонталей і лінією поздовжньої осі підпорної споруди, яка замикає горизонталі з обох берегів. Обчислення площ замкнених таким чином контурів виконується за допомогою палетки з клітинками площею 1 см².

Об'єм водосховища можна підрахувати за формулою:

$$V = \int_{Z_0}^{Z_n} F dZ \quad (2.17)$$

В даному випадку математично описана функція $F=f(Z)$, тобто, залежність об'єму водосховища від рівня води в ньому. Вирішити цей вираз важко, бо немає аналітичного виразу для кривої $F=f(Z)$. Тобто, важко підібрати криву, яка б описувала це рівняння. Тому об'єм

водосховища визначається наступним чином: площі дзеркала водосховища обчислюються методом палетки на плані з'йомки площ різних контурів в водосховищі, які обмежені лініями горизонталей – глибин (тобто, площа при різних рівнях води).

Нехай в межах найменшого підпору до відмітки Z_n отримано ряд значень площ дзеркала F_1, \dots, F_n , по яких побудована залежність $F=f(Z)$. Практично об'єм для будь-якої відмітки Z_n визначають шляхом додавання від самої низької відмітки Z_0 до поверхні її часткових об'ємів ΔV , що обчислюють за формулою:

$$\Delta V = 0.5(F_i + F_{i+1})\Delta Z, \quad (2.18)$$

де ΔV – частковий об'єм водосховища між горизонталями Z_i, Z_{i+1} ;
 F_i, F_{i+1} – площі дзеркала водосховища на відповідних відмітках;

$$\Delta Z = Z_{i+1} - Z_i \quad (2.19)$$

Якщо крива об'ємів будується від відмітки урізу води природної водойми або від нижньої горизонталі дна Z_0 , для якої відповідна площа V_0 має кінцеве значення, перший частковий об'єм будується від нижчої відмітки дна в точці, то відповідна їй $F_0=0$, формула для першого часткового об'єму:

$$\Delta V = 0.33F_1\Delta Z_{0-1} \quad (2.20)$$

Повний об'єм наповнення водосховища обчислюється за формулою:

$$V = \sum \Delta V_i \quad (2.21)$$

Тобто, повний об'єм водосховища дорівнює сумі часткових об'ємів за різних відміток його заповнення.

Середня глибина – це добуток від ділення об'єму води V на площу F дзеркала при тій самій відмітці наповнення:

$$h_{сер} = \frac{V_i}{F_i} \quad (2.22)$$

За даними отриманих відомостей зміни середніх глибин, площ та об'ємів залежно від рівня наповнення водойми (приклад - табл. 2.1) будують відповідні зуміщені криві $F=f(Z)$, $V=f(Z)$, $h_{сер}=f(Z)$. Криві викреслюються на один графік із загальною шкалою відміток (вісь OY) та

різними шкалами F , V , $h_{сер}$ (вісь OX). Вказані криві дозволяють знаходити характеристики водосховища при різних рівнях води, що полегшує гідрометричні розрахунки при будівництві гідротехнічних споруд. Таким чином, є можливість легко знайти площу дзеркала та об'єм водосховища при будь-якому його наповненні. Вигляд вказаного графіка на рис. 2.13 (Z – горизонти заповнення водосховища, м).

Таблиця 2.1 – Визначення площі дзеркала, об'єму, середньої глибини водосховища при різних відмітках рівня води (приклад)

Горизонталь (м)	Горизонт води (м)	Площа F_i (м ²)	$\Delta V = \bar{F}\Delta h$ (м ³)	$V = \sum \Delta V_i$ (м ³)	$h_{сер} = \frac{V_i}{F_i}$, (м)
46	0	6916000	0	0	0
47	1	11014500	8965250	8965250	0,814
48	2	12250000	11632250	20597500	1,68
48,5	2,5	23145500	12185250	32782750	1,42

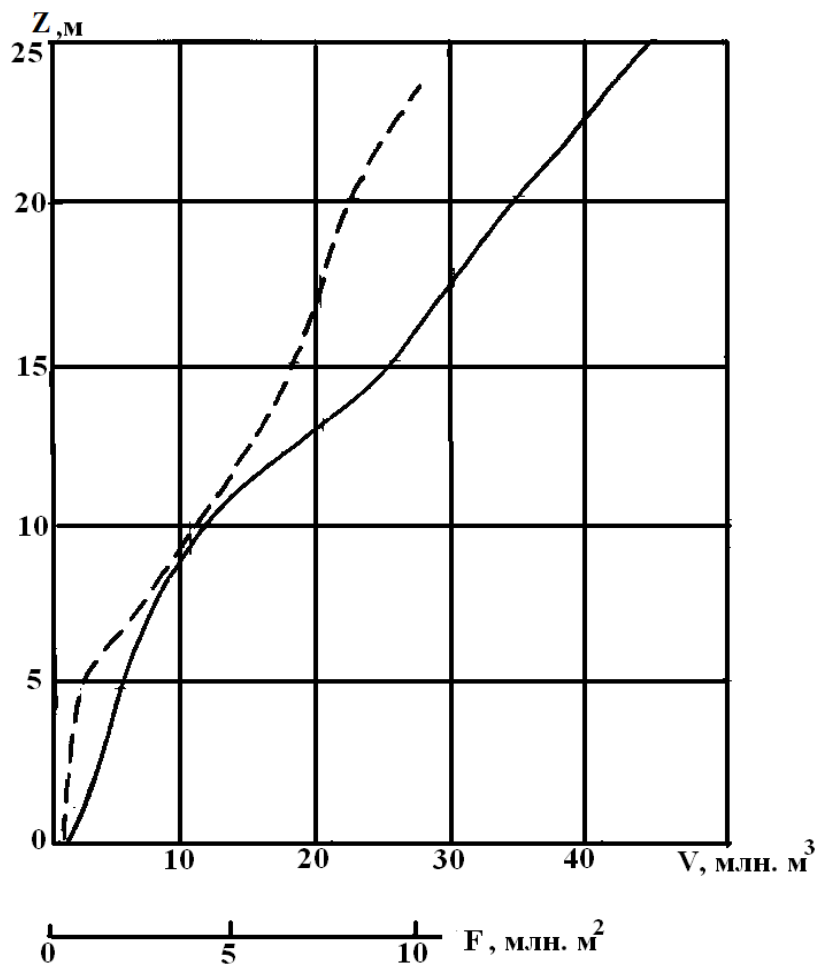


Рисунок 2.13 – Приклад залежності 1) $F=f(H)$, 2) $V=f(H)$

Побудова поздовжнього профілю водосховища

Якщо зробити поздовжній переріз русла річки по лінії фарватеру на певній ділянці річки та випрямити його, то отримаємо поздовжній профіль ділянки річки.

Через велику різницю між розмірами повздовжнього профілю річки по довжині (кілометри) та глибині (метри) при побудові профілю вертикальний масштаб беруть детальнішим за горизонтальний.

Поздовжній профіль графічно показує особливості падіння відміток дна головної річки вниз за її течією. На профілі можна позначити величини підпору рівня річки від греблі водосховища певної висоти.

На такому профілі показують: лінію дна річки по фарватеру, меженний рівень води, максимальний рівень води, греблі, нормальний підпірний рівень (НПР), рівень мертвого об'єму (РМО). Приклад оформлення наведено на рис. 2.14.

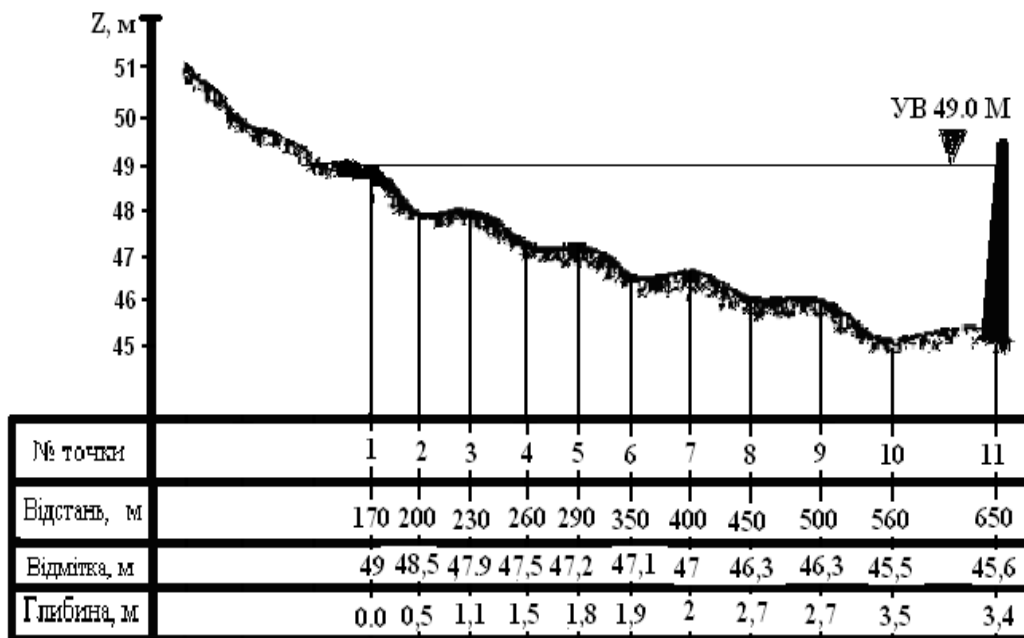


Рисунок 2.14 – Поздовжній профіль водосховища

Профіль будується на аркуші міліметрівки (формат А₄) на основі фрагмента топографічної карти зі схемою водосховища, яка видається викладачем. Для цього на карті вздовж центра річки проводиться лінія від верхів'я водосховища до його греблі, через рівні відстані на лінії намічаються точки, в яких по горизонталям знімають абсолютні відмітки. По відмітці рівня затоплення, в кожній точці вираховують глибину. Для побудови профілю складають таблицю, де наводять № точки, відстань від постійного початку (верх водосховища), абсолютна відмітка в точці (по горизонталям), відносна відмітка в точці (глибина). За цими даними

олівцем в обраному масштабі викреслюють профіль, під яким роблять рамку з вхідними даними.

2.2 Практична частина до практичної роботи № 2

Завдання 1.

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

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Б.1–Б.8) провести обчислення та заповнити початкову таблицю промірів, потім на аркуші міліметровки формату А₄ 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 2.

Потрібно: обробити ехограму промірів глибин.

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Б.9, рис. Б.1 – Б.2) за алгоритмом, викладеним в пункті 2.2.3 заповнити таблицю Б.10, провести розшифровку ехограми (написи роботи на ній звичайним олівцем!), заповнити таблицю Б.11, за якою на аркуші міліметровки формату А₄ побудувати справжній профіль водного перерізу, обчислити для нього морфометричні показники.

Завдання 3.

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

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Б.13) обчислити абсолютні відмітки точок для трьох створів (додаток, табл. Б.12), на аркуші міліметровки формату А₄ побудувати план річки в горизонталях та ізобатах, провести ізолінії, лінію фарватеру. Приклад графічного оформлення плану наведено на рис. 2.12.

Завдання 4.

Потрібно: визначити топографічні характеристики водойми (таблиця і зуміщені криві площ, об'ємів, середніх глибин).

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Б.14) нанести відмітки горизонталей на відповідні плани водосховищ (рис. Б.3, Б.4), визначити площі водного дзеркала водосховища при різних відмітках його наповнення, розрахувати об'єми і середні глибини, заповнити таблицю (за формою табл. 2.1), побудувати на аркуші міліметровки формату А₄ суміщені криві площ, об'ємів і середніх глибин (приклад – на рис 2.13).

Завдання 5.

Потрібно: побудувати поздовжній профіль водосховища в глибинах.

Хід роботи: по варіанту на плані водосховища (рис. Б.3, Б.4) нанести осьову лінію водойми, на якій через кожен сантиметр (починаючи від верхів'я в напрямку до греблі) поставити точки (остання точка – місце перетину осьової лінії та греблі), в кожній точці визначити її №, відстань

постійного початку, глибину, абсолютну відмітку, заповнити таблицю (за формою табл. Б.15) та побудувати на аркуші міліметровки формату А₄ поздовжній профіль в глибинах (приклад – рис. 2.14).

Завдання 6.

Потрібно: оформити пояснювальну записку до практичної роботи №2 шляхом відповіді на питання до самоперевірки.

***2.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту
практичної роботи № 2***

1. Які виміри і спостереження входять до складу промірних робіт?
2. Які є 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. Який порядок побудови плану ділянки річки?
7. Як визначаються топографічні характеристики водоймища?
8. Як складається поздовжній профіль водойми?

3 Практична робота № 3 «Геодезичне забезпечення вимірювань швидкостей течії води»

3.1 Теоретична частина до практичної роботи № 3

Для вимірювання швидкостей течії води річок, озер, морів використовують два методи:

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

Кожний 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 (горизонтах глибин) на вертикалі (залежно від способу - спеціального, детального, основного, скороченого). Вимірювання швидкості у точці - не менш 100 секунд.

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 (**$h \geq 10 \cdot d$**): **у поверхні води**, на **$0.2 \cdot h$** , **$0.6 \cdot h$** , **$0.8 \cdot h$** , та **біля дна**, при цьому вісь млинка повинна знаходитись 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 льодового 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 **десяти точках** по глибині на вертикалі: **у 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 льодовому покриві чи водній рослинності.

При основному способі обмежуються записом загального числа сигналів і загальної тривалості виміру, за певних умов або достатньої вивченості водного об'єкту 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.

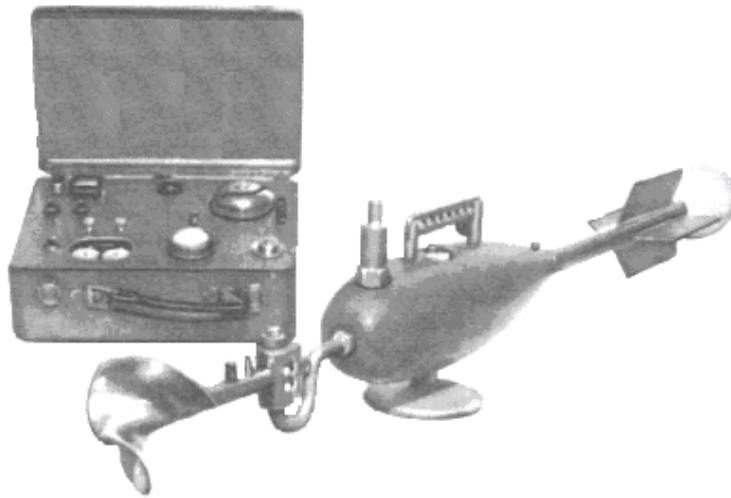


Рисунок 3.1 – Прилад для інтеграційного вимірювання швидкості течії води ГР-101

Гідрометричні млинки – пристрої 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 млиноків, 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 блиманням 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: геометричний крок лопатевого гвинта (довжина гвинтової лінії, яка збігається з зовнішнім краєм лопаті); початкова швидкість (швидкість, при якій починає розкручуватись лопатевий гвинт); інерційність (здатність лопатевого гвинта «реагувати» на зміну швидкості потоку); компонентність (здатність реєструвати саме повздовжню складову швидкості потоку при косоструйній течії).

Млинок ГР-21 М (рис. 3.2) – складається з корпусу, лопатевого гвинта, в який вмонтована вісь і контактний пристрій. Хвіст є стабілізатором напрямку течії. Фіксатором кількості обертів виступають дзвінок або лампа. В комплектації є електродрід 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 3В. Для роботи треба: зібрати млинок за схемою, закріпити на штангу (трос), помістити на потрібну глибину. Вимірювання - не менше 100 секунд, потім після чергового дзвінка вимірювання завершують. Рахують загальну кількість обертів ротора, кількість обертів за секунду, за тарувальною залежністю визначають швидкість потоку в точці вимірювань.

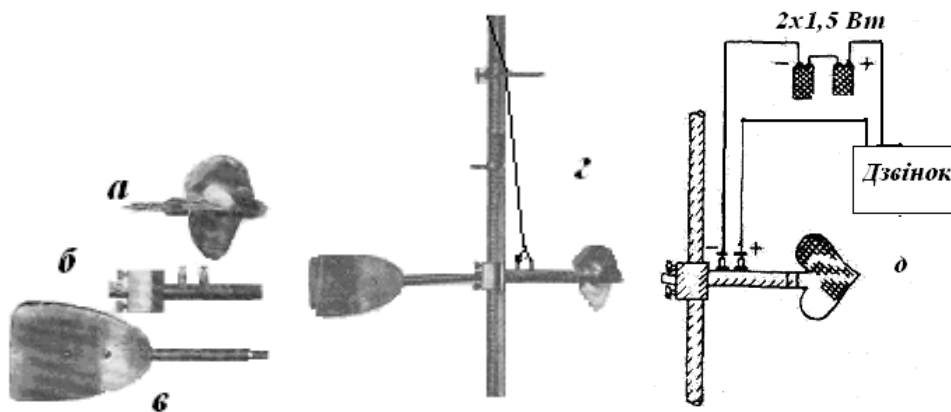


Рисунок 3.2 – Гідрометричний млинок ГР-21М: а) ротор; б) корпус; в) стабілізатор; г) млинок на штанзі; д) електрична схема.

Млинок ГР-55 (рис. 3.3) – 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).

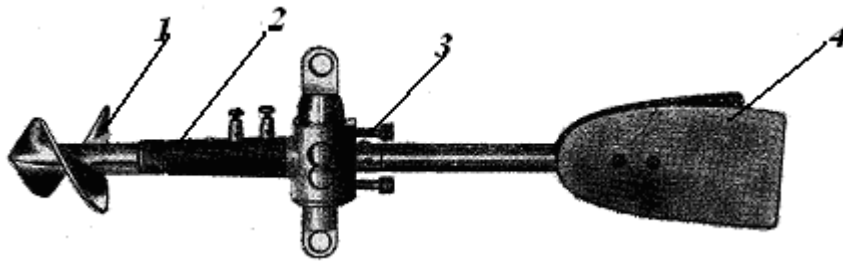


Рисунок 3.3 – Гідрометричний млинок ГР-55: 1) ходова частина; 2) корпус; 3) затискачі; 4) стабілізатор.

«ВШТ» – автоматизований гідрометричний млинок нового покоління, в електронній пам'яті якого закладаються відомості про градування 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.

Тарування (градування) гідрометричного млинка – це процедура експериментального пошуку і встановлення залежності між реальною швидкістю потоку води і кількістю обертів лопатевого гвинта за секунду, яка регулярно (раз на два роки) виконується для кожного млинка індивідуально в метрологічних установах.

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 виміряної 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/сек), $V=l/T$ (м/с), за цими даними на міліметровці складають тарувальний графік $V=f(n)$ (рис. 3.4) по якому розраховують тарувальну таблицю (чи визначають рівніння зв'язку). Цей графік є документом, який прикладається до тарувального свідоцтва і їх використовують при експлуатації млинка до наступного тарування.

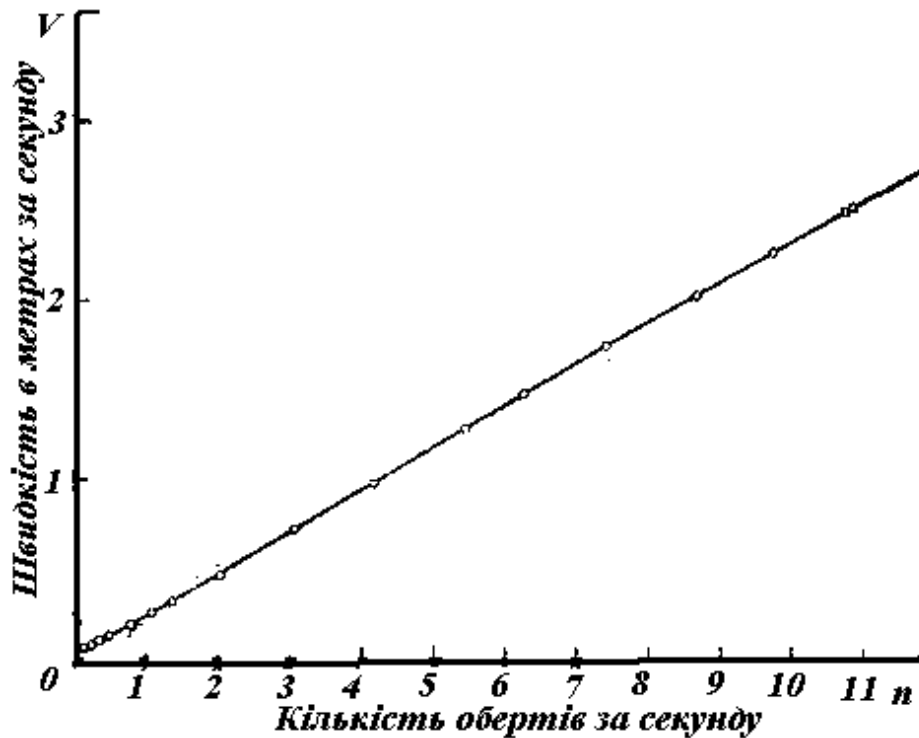


Рисунок 3.4 - Тарувальна крива гідрометричного млинка

Визначення середньої швидкості течії на вертикалі

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 “ИСТ”, або іншим, з автоматичною системою підрахунку швидкості). При вимірі 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 млиноків 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 (градування) 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 ($V_{\text{сер},j}$, м/с), аналітично або графічно.

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

- 1) при вільному від льоду та рослинності руслі;
- 2) при наявності льодового 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. 3.5). 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 ($V_{\text{сер}}$, м/с) розраховується як середньозважена величина за даними про витрату води та площу поперечного перерізу шляхом поділу витрати на площу.

Таблиця 3.1 – Розрахунок середньої швидкості на вертикалі

Спосіб вимірювання швидкості в точках	Вільне русло
Детальний – правильна епюра	$V_{\text{сер}5} = 0,1(V_{\text{нов}} + 3V_{0.2} + 3V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_{\text{дно}})$
Детальний – неправильна епюра	$V_{\text{сер}5} = 0,05V_{\text{нов}} + 0,347(V_{0.2} + V_{0.6}) + 0.173V_{0.8} + 0.083V_{\text{дно}}$
Основний	$V_{\text{сер}2} = 0.5(V_{0.2} + V_{0.8})$
Скорочений	$V_{\text{сер}1} = V_{0.6}$ або $V_{\text{сер}1} = 0.9V_{0.2}$
Спец. дослідження	$V_{\text{сер}10} = 0,1(V_{\text{нов}} + V_{0.2} + \dots + V_{\text{дно}})$
	В руслі є рослинність (або лід)
Детальний	$V_{\text{сер}6} = 0,1(V_{\text{нов}} + 2V_{0.2} + 2V_{0.4} + 2V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_{\text{дно}})$
Основний	$V_{\text{сер}2} = 0.5(V_{0.2} + V_{0.8})$
Скорочений	$V_{\text{сер}1} = 0.9V_{0.5}$
Спец. дослідження	$V_{\text{сер}3} = 0,33(V_{0.15} + V_{0.5} + V_{0.85})$

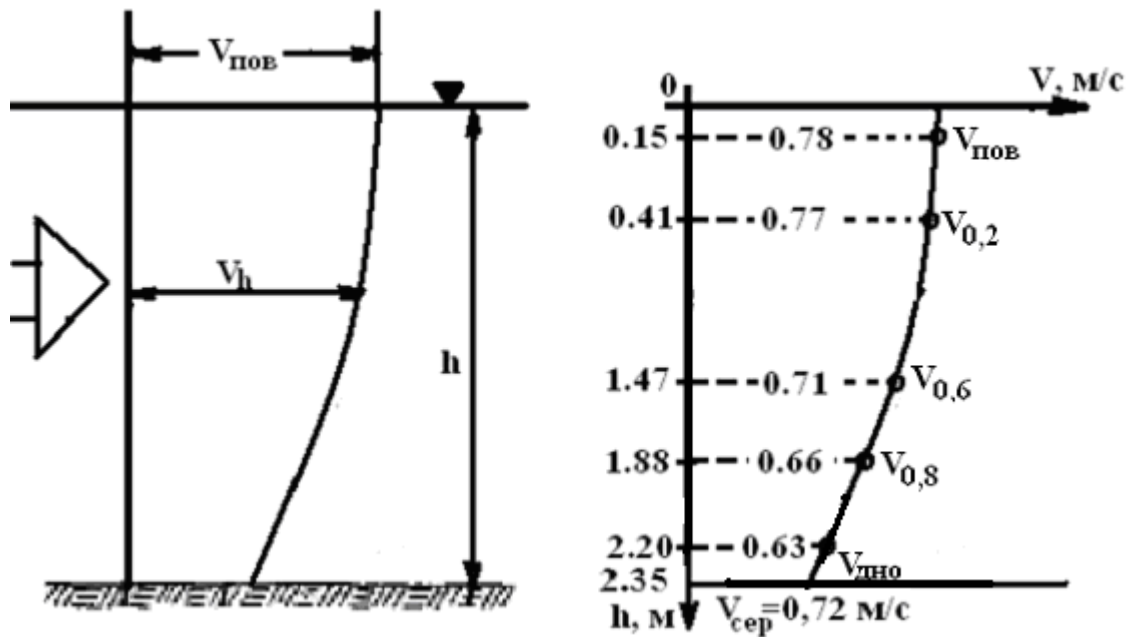


Рисунок 3.5 – Правильна епюра розподілу швидкостей течії на вертикалі

Точність розрахунку середньої швидкості на вертикалі аналітичним 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 A_4 по вимірним даним епюри розподілу швидкостей на вертикалі. Масштаб обирають за даними табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Масштаби побудови епюри швидкості

Для глибин		Для швидкостей	
h_{\max} (м)	Масштаб (м/см)	V_{\max} (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 (вглиб від поверхні, над дном). Далі, знаходять ціну поділки 1 см² побудованої епюри (помноживши вертикальний і горизонтальний масштаби). Далі методом палетки знаходять геометричну площу епюри (см²), помноживши її на ціну поділки площі отримують істинну площу епюри (F). Знаючи глибину вертикалі, обчислюють середню швидкість (м/с) за формулою:

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

3.2 Практична частина до практичної роботи № 3

Завдання 1.

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

Хід роботи: по варіанту (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 А₄ тарувальну криву $V=f(n)$. (приклад вигляду - рис. 3.4). Заповнити фрагмент тарувальної таблиці.

Завдання 2.

Потрібно: розрахувати середню швидкість на вертикалі графічно і аналітично.

Хід роботи: по варіанту (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 (формули - табл. 3.1). Для визначення форми епюри на аркуші міліметровки формату А₄ побудувати епюру швидкості по глибині і, виходячи з її «правильності» чи «неправильності», застосувати відповідну формулу розрахунку швидкості для детального способу. Потім обчислити середню швидкість на вертикалі графічним способом. Порівняти отримані різними способами результати.

Завдання 3.

Потрібно: оформити пояснювальну записку до практичної роботи №3 шляхом відповіді на питання до самоперевірки.

3.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 3

1. Які є 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 млиноків використовуються в гідрометричній практиці?
4. Які основні характеристики млиноків різних типів?
5. Як проводять тарування гідрометричних млиноків?
6. Якими точковими способами вимірюють швидкості руху води?
7. Як розрахувати середню швидкість течії на вертикалі та у поперечному перерізі потоку?

4 Практична робота № 4

Геодезичне забезпечення обладнання гідроствору для вимірювань витрат води і наносів

4.1 Теоретична частина до практичної роботи № 4

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 прапорці, для стійкості додають вантаж. Виміряна ними швидкість вважається середньою по траєкторії, 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, точні. Швидкість потоку оцінюється за горизонтальним зміщенням під час їхнього спливання від дна до поверхні води. Їх виготовляють з парафіну, пластмас, дерева, масла. Діапазон швидкості течії 0-5 см/с, тому застосування таких поплавців обмежане.

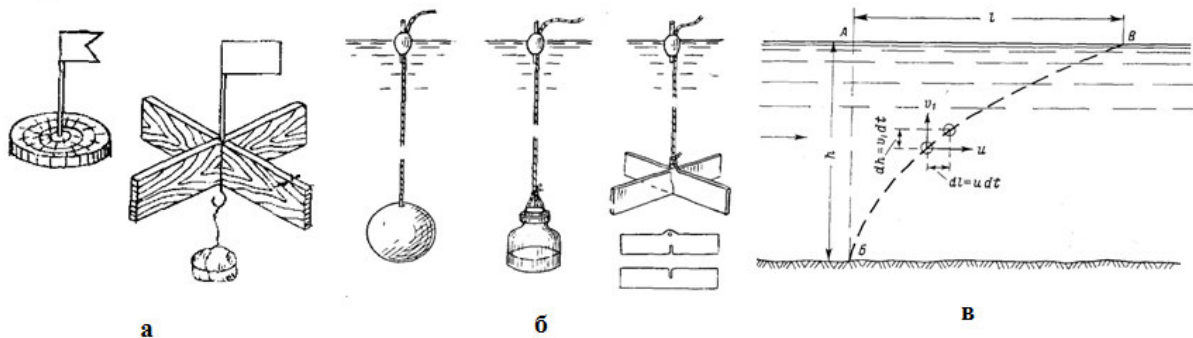


Рисунок 4.1 – Гідрометричні поплавці:

а) поверхневі; б) глибинні; в) принцип роботи поплавця-інтегратора

Гідроствор – це поперечний переріз потоку по лінії створу, який розташований **нормально** (перпендикулярно) до **середнього напрямку течії** і 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 із залученням поверхневих поплавців чи гідрометричних млиноків.

Визначення напрямку гідрометричного створу за допомогою поверхневих поплавців (рис. 4.2)

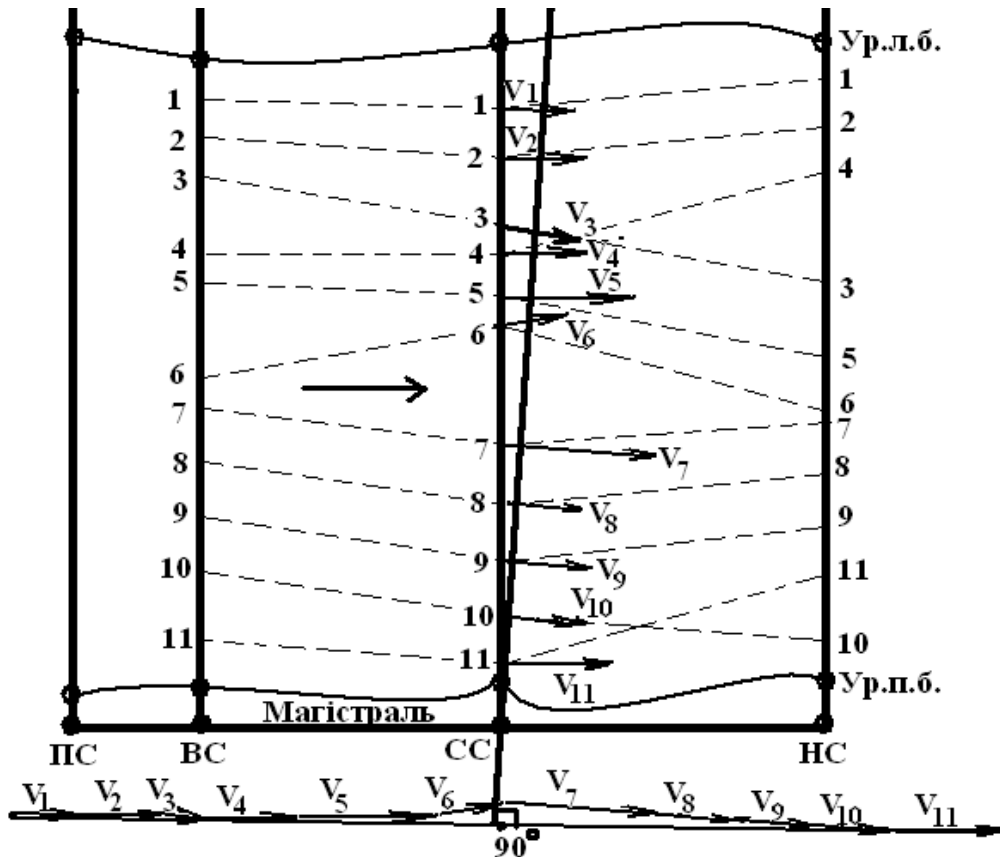


Рисунок 4.2 – Схема визначення напрямку гідроствору за допомогою поверхневих поплавців: ПС, ВС, СС, НС – пусковий, верхній, середній, нижній створи; $V_1 \dots V_{11}$ – вектори локальних швидкостей ходу окремих поплавців від ВС до НС.

Порядок роботи:

- 1) обирають прямолінійну характерну ділянку річки довжиною 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 перетинання 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 вимірними даними розраховують швидкості ходу поплавців від верхнього

до нижнього створу;

б) на аркуші міліметровки формату А₄ 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 локальним векторам швидкостей у нижній частині графіку 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.

4.2 Практична частина до практичної роботи № 4

Завдання 1.

Потрібно: визначити напрямок гідроствору за допомогою поверхневих поплавців.

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Г.1–Г.8) розрахувати швидкості ходу поплавців, на аркуші міліметровки формату А₄ побудувати створи, відмітити місця перетину поплавцями верхнього, середнього, нижнього створу, провести траєкторії ходу, побудувати векторний багатокутник, визначити напрям істинного гідроствору (рис. 4.2).

Завдання 2.

Потрібно: оформити пояснювальну записку до практичної роботи №4 шляхом відповіді на питання до самоперевірки.

4.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 4

1. Які основні типи гідрометричних поплавців використовуються в практичних дослідженнях?

2. Які дії треба здійснити, щоб визначити напрямку гідроствору за допомогою поверхневих поплавців?

3. Чому важливо визначити саме істинний напрямок гідроствору?

5 Практична робота № 5

Геодезичне забезпечення визначення витрат води, виміряних різними способами

5.1 Теоретична частина до практичної роботи № 5

Витрата води (Q) – це кількість води, яка протікає через поперечний переріз потоку за секунду, вимірюється в кубічних метрах (або літрах) за секунду ($\text{м}^3/\text{с}$, л/с). 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.

Вимірювання та обчислення 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 перетинання 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 А₄ (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 вертикалі через рівні проміжки, сполучаючи їх з промірними вертикалями;

4) знімають з епюри поверхневу швидкість течії в кожній швидкісній вертикалі;

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_{ϕ}) до дійсної (Q_d) і розраховують дійсну витрату води Q_d .

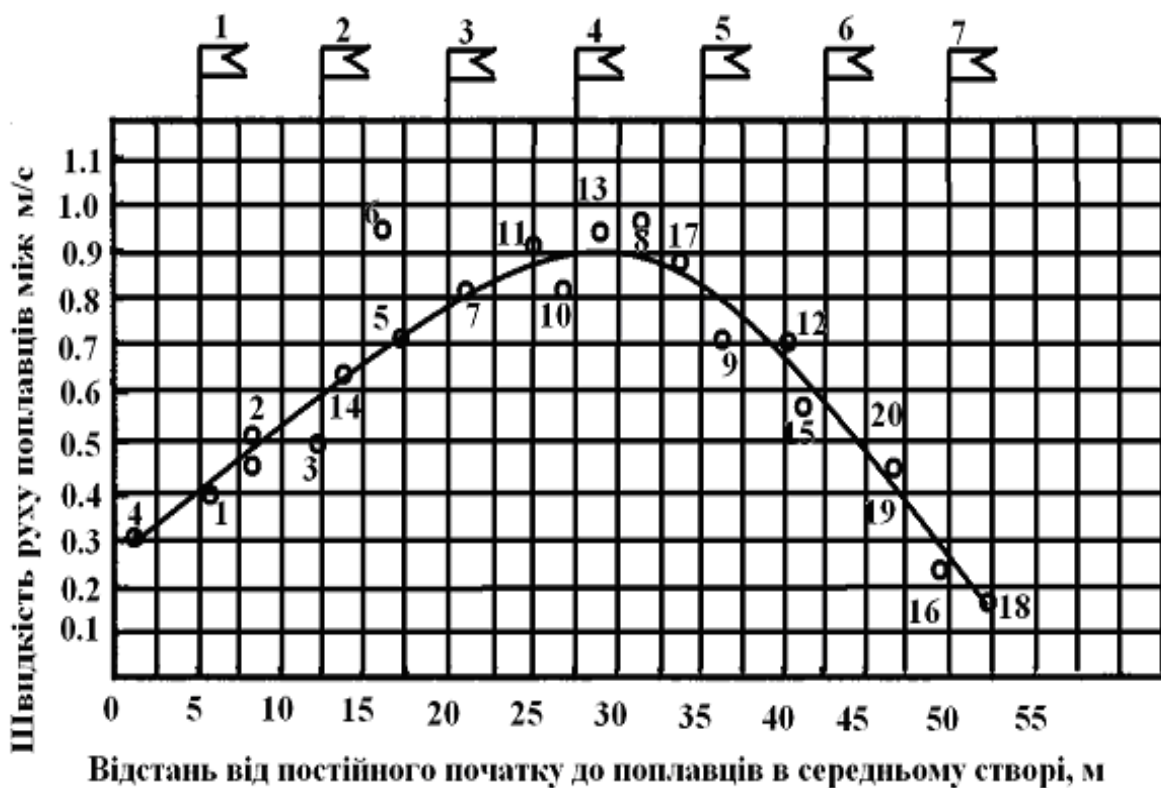


Рисунок 5.1 – Епюра розподілу швидкості поплавців по ширині річки

Спосіб розрахунку витрат води поверхневими поплавцями дозволяє обчислити **фіктивну витрату води (Q_{ϕ})** – 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_o) вводиться відповідний понижуючий коефіцієнт переходу (K), який враховує неоднорідність поля течії в створі.

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

$$Q_\phi = kv_1w_0 + \frac{v_1 + v_2}{2} w_1 + \dots + \frac{v_{n-1} + v_n}{2} w_{n-1} + kv_n w_n, \quad (5.2)$$

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); $w_1 \dots w_n$ – площі водного перерізу між швидкісними вертикалями (м²).

Коефіцієнт k залежить від характеру прибережної ділянки створу:

- 1) берег пологий з нульовою відміткою на урізі ($k=0,7$);
- 2) берег урвистий 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:

$$Q_o = KQ_\phi. \quad (5.3)$$

Для обчислення K можна використовувати різні способи:

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

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

- 2) за нормами «Наставлений...» [4,8] залежно від ширини річки;
- 3) за емпіричними 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 площу 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.

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 $H_{роб}$, см	Q , м ³ /с	W , м ²	B , м	Глибина, М		Швидкість, м/с		Метод вимірювань	Метод обчислення	K	I , ‰
				$h_{сер}$	h_{max}	$V_{сер}$	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: $V_{сер} = Q_o/W$; V_{max} – знімають максимальну швидкість з побудованої епюри. Коефіцієнт K визначають як описано вище, уклон водної поверхні I визначають при польових роботах.

Вимірювання та обчислення витрат води гідрометричними млинками

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 ± 6 , ± 10 , ± 12 % відповідно.

Схема розташування гідрометричного млинка на швидкісній вертикалі при детальному способі наводиться на рис. 5.2.

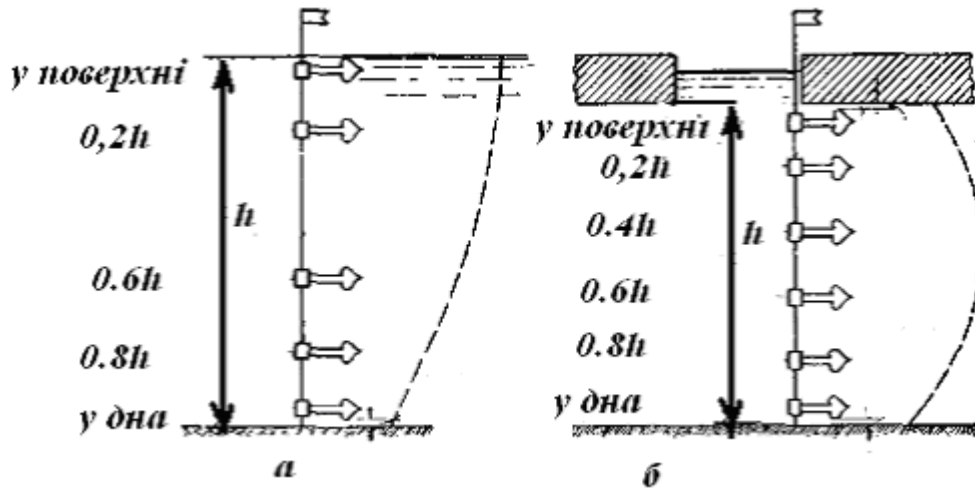


Рисунок 5.2 – Схема розташування млинка на вертикалі при детальному способі вимірювань: а) за вільного руслу; б) за наявності льоду.

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 вертикалях (за потреби користуючись тарувальною кривою млинка);
- 5) розрахунок середніх швидкостей на вертикалях 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 5.9);
- 8) заповнення таблиці «Прийняті дані» у польовій книжці КГ-3М(н).

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

$$Q = kv_1 w_0 + \frac{v_1 + v_2}{2} w_1 + \dots + \frac{v_{n-1} + v_n}{2} w_{n-1} + kv_n w_n, \quad (5.9)$$

де k – прибережний коефіцієнт; $v_1...v_n$ – середні швидкості на обраних швидкісних вертикалях (м/с); $w_1...w_n$ – площі водного перерізу між швидкісними вертикалями (м²).

Коефіцієнти k визначаються аналогічно витраті води, виміряній поверхневими поплавцями.

За підсумками розрахунку витрат води в польовій книжці КГ-3М(н) заповнюють таблицю «Прийняті дані», куди вносять кінцевий результат обчислень. Приклад дається в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Прийняті дані по розрахунку витрат води гідрометричним млинком

Робочий рівень $H_{роб}$, см	Q , м ³ /с	W , м ²	B , м	Глибина, м		Швидкість, м/с		Метод вимірювань	Метод обчислення	I , ‰
				$h_{сер}$	h_{max}	$V_{сер}$	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 5.9, стовпці № 7-8 заповнюють так: $V_{сер} = Q/W$; V_{max} – визначають з вимірних точкових швидкостей. Уклон водної поверхні I визначають при польових роботах.

5.2 Практична частина до практичної роботи № 5

Завдання 1.

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

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Д.1–Д.8) розрахувати швидкості ходу кожного поплавця, робочий рівень; на аркуші міліметровки формату А₄ побудувати епюру поверхневих швидкостей поплавців по ширині річки в створі (приклад рис. 5.1), на епюрі вибрати 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» (табл. Д.27).

Завдання 2.

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

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Д.10 –Д.17) обробити дані

промірів у створі та визначити площі відсіків між швидкісним вертикалями. По варіанту (табл. Д.18–Д.25) обробити дані вимірів на швидкісних вертикалях в створі гідрометричним млинком детальним способом. Для переходу від швидкості обертання ротора (n , об/сек) до істинної швидкості течії в точці (V , м/с) застосовувати тарувальну криву, яка для даного варіанту була отримана в роботі 3. Для кожної швидкісної вертикалі, виходячи з її «правильності» («неправильності») розрахувати аналітично середню швидкість течії по детальному способу, вільне русло (формули в табл. 3.1). За формулою 5.9 порахувати витрату води (коефіцієнти $k = 0,8$) та заповнити таблицю Д.26. Скласти і заповнити таблицю «Прийняті дані» (табл. Д.28).

Завдання 3.

Потрібно: оформити пояснювальну записку до практичної роботи №5 шляхом відповіді на питання до самоперевірки.

5.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 5

1. Поняття «витрата води» та способи її вимірювання?
2. Які роботи потрібно виконати, щоб в польових умовах виміряти витрату води поверхневими поплавцями?
3. В чому фізична суть прибережного коефіцієнту k ?
4. Чому в гідрометрії вживають поняття «дійсна» та «фіктивна» витрата води?
5. Як заповнити таблицю «Прийняті дані» в книжці КГ-7М(н)?
6. Що передбачає модель «швидкість-площа» та її реалізація?
7. Які є способи вимірювання витрати води за допомогою гідрометричного млинка?
8. Які роботи необхідно здійснити, щоб організувати та провести вимірювання витрати води гідрометричним млинком?
9. Як обчислити витрату води, виміряну гідрометричним млинком?
10. Як заповнити таблицю «Прийняті дані» в книжці КГ-3М(н)?

6 Практична робота № 6

Геодезичне забезпечення визначення витрат завислих, донних наносів та вивчення донних відкладів

6.1 Теоретична частина до практичної роботи № 6

У річкових водах завжди присутні завислі частки - наноси різного розміру і походження (завислі, донні). Їх вміст залежить від місцевих факторів і є важливим гідроекологічним показником.

Твердий стік річки – це сума стоку завислих (R , кг/с), донних (G , кг/с) наносів і розчинених речовин (S , кг/с).

Витрата завислих наносів – це об'єм твердих часток, який проходить в одиницю часу крізь поперечний переріз створу (г/с, кг/с). Для її визначення використовують прилади – батометри.

Прилади для відбору проб завислих наносів

Вакуумний батометр (ГР-61, рис. 6.1) – складається з вакуумного циліндру ємністю 3 л. Мається 4 крани (до першого крану під'єднують забірний шланг, до другого – насос для видалення повітря з циліндру, третій кран дає сполучення з атмосферою, четвертий - для зливання проби). На циліндрі є шкала об'єму забору води. Прилад не використовується на висоті більше 2000 м БС, швидкість потоку не має перевищувати 3,5 м/с. Переваги – працює на глибоких річках, добре координується з млинком.

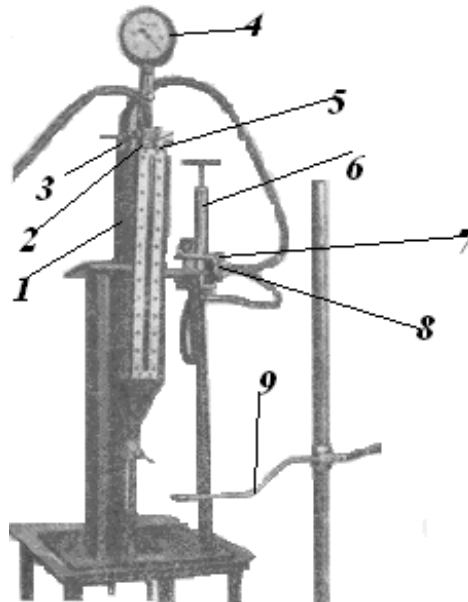


Рисунок 6.1 – Батометр вакуумний ГР-61: 1) вакуумна камера; 2,3,5) крани для під'єднання шлангів; 4) вакуумметр; 6) насос; 7) кран-тройник; 8) струбцина; 9) водозабірний наконечник.

Батометр-пляшка (рис. 6.2) – скляна 1 л пляшка, яка закривається кришкою з двома трубками. Одна трубка спрямовується проти течії і потрібна для набору води, в залежності від швидкості течії вона має насадки різного діаметру. Друга трубка видаляє повітря з приладу і спрямовується за течією. Батометр опускається на штанзі або тросі (в залежності від глибин), відбір проби інтеграційний або точковий. Прилад досить простий, дуже велика точність відбору проби з певного горизонту на вертикалі. Недолік – при великій швидкості течії прилад нестійкий, скляна пляшка схильна до розбивання.

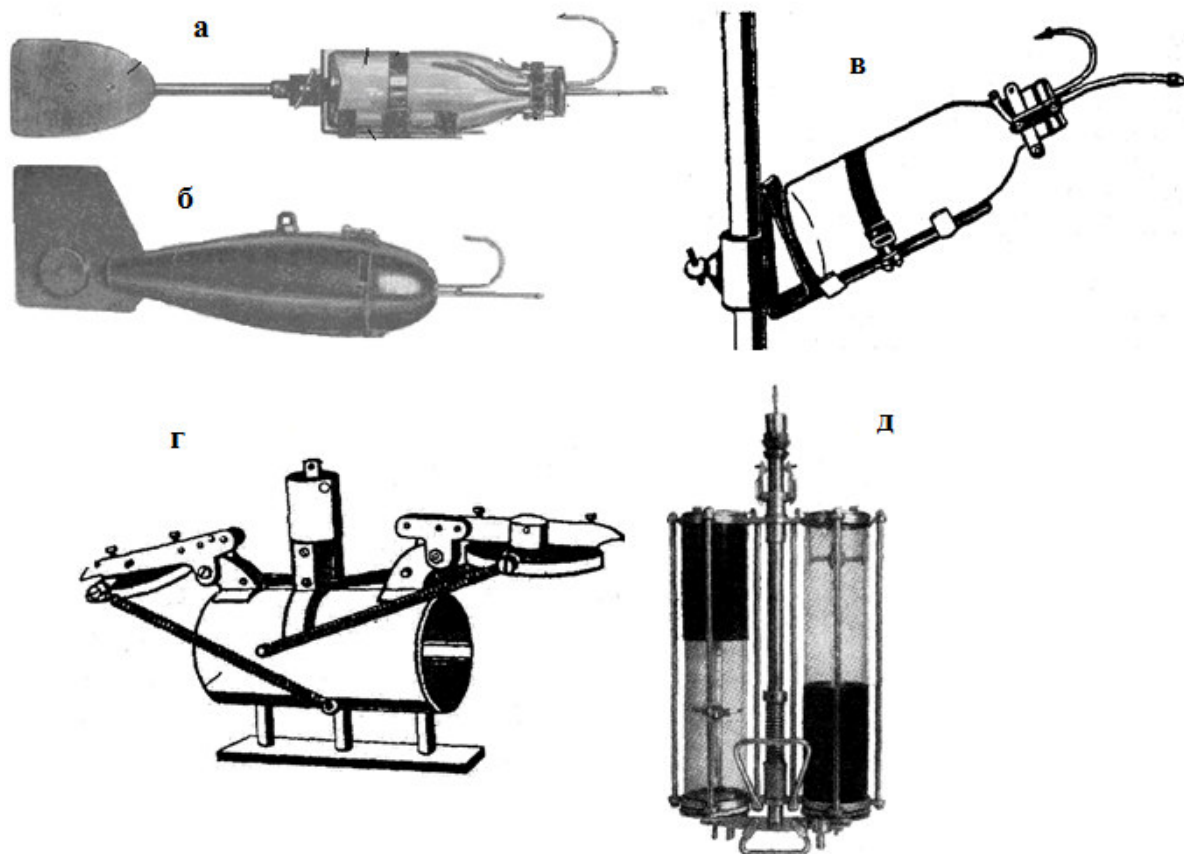


Рисунок 6.2 – Батометри: а) батометр-пляшка: зі стабілізатором течії (ГР-16М); б) батометр-пляшка у вантажі (ГР-15М); в) батометр-пляшка на штанзі; г) батометр Жуковського; д) батометр Молчанова.

Батометр Жуковського (рис. 6.2 г) – циліндр ємністю 1л з кришкою, яка миттєво захлопується, використовується в наукових дослідженнях.

Батометр Молчанова (рис. 6.2 д) – Два циліндри з оргскла ємністю по 2 л, вбудовані термометри. Маса приладу 7.5 кг, глибини – до 50 м. Кришки захлопуються завдяки пружинному пристрою, знизу циліндрів розташовані два зливних крани. Прилад підвішують на трос лебідки, перед опусканням на потрібну глибину треба звести пружинний пристрій

(це відчиняє циліндри), після опускання на глибину треба витримати прилад 5 хвилин, потім ударом посильного вантажа, який подається по тросу лебідки з поверхні, прилад під дією сили удару захоплює циліндри, прилад піднімають, пробу зливають, одночасно фіксують температуру води по термометрам в циліндрах. Батометр універсальний – може використовуватись на морях, озерах, водосховищах, річках.

Пробовідбірник типу ОТГ – 6 пляшок по 6 дм³, наповнення дистанційне (електропульт), на глибинах до 20 м, швидкості течії 0,3-3 м/с.

Батометр морський (БМ-48) – металічний циліндр на 1 дм³ з двома наскрізними кранами на спільному важелі. Є рамка для встановлення глибоководного термометра. Застосовуються «гірляндами» на тросі. Перед опусканням крани відчиняють, на глибині ударом посильного вантажу важель повертається і одночасно зачиняє всі крани.

Прилади для відбору проб донних наносів

Донні наноси – це наноси великих фракцій, які транспортуються силою течії річки.

Батометр «ДОН» (рис. 6.3,а) - розмір наносів до 1 см в діаметрі, маса приладу 30 кг, швидкості течії до 1,5 м/с, глибини – до 20 м. Прилад має стабилизатор, в кожусі встановлена пастка для наносів, в точці прилад витримують 10 хвилин, потім достають, наноси зсипають в тару.

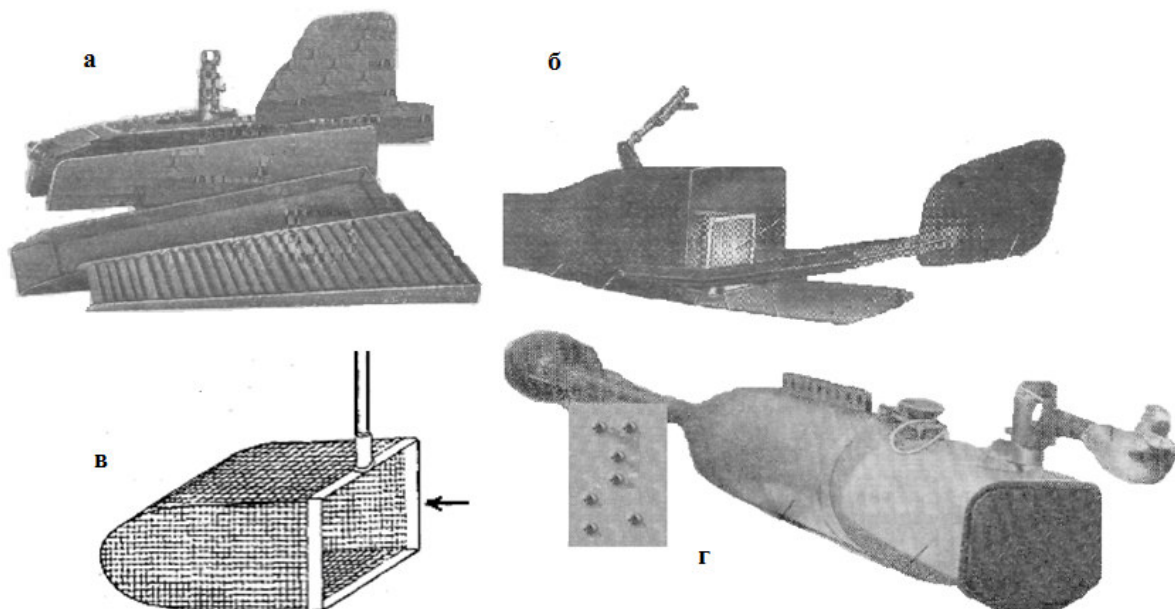


Рисунок 6.3 – Прилади для відбору проб донних наносів:

а) батометр «Дон»; б) батометр Шамова; в) батометр-сітка (ПВ-29);

г) реєстратор Соловйова

Батометр Шамова (рис. 6.3, б) – габаритний прилад для відбору великих фракцій наносів при $V \leq 2$ м/с, має стабілізатор, сітку-пастку.

Батометр-сітка (Пв-29, рис. 6.3, в) – наносоутримуюча камера з сіткою діаметром 0,5 X 0,5 м на кінці для уловлювання наносів (велика галька). Використовують на штанзі, недолік – неповністю уловлюються дрібні фракції наносів, тож результат проби неповний.

Реєстратор Солов'йова (рис. 6.3, г) – електронний прилад з чуттєвим фотоелементом, що фіксує інтенсивність і силу ударів часток, з використанням даних про швидкість течії з мікромлинка (в передній частині) обчислюється витрата наносів в точці. Прилад використовують в наукових дослідженнях, на дистанційних установках ГР-64, ГР-70.

Проби донних наносів відбирають приладами за 3 підходи (час відбору $3 \times 10 = 30$ хвилин).

Прилади для відбору проб донних відкладень

Донні відклади грають важливу роль гідроекологічних процесах у водоймах, проби відбирають в точках спостережень на створах (рейдових вертикалях) і аналізують (фракційний, мінералогічний, хімічний склад).

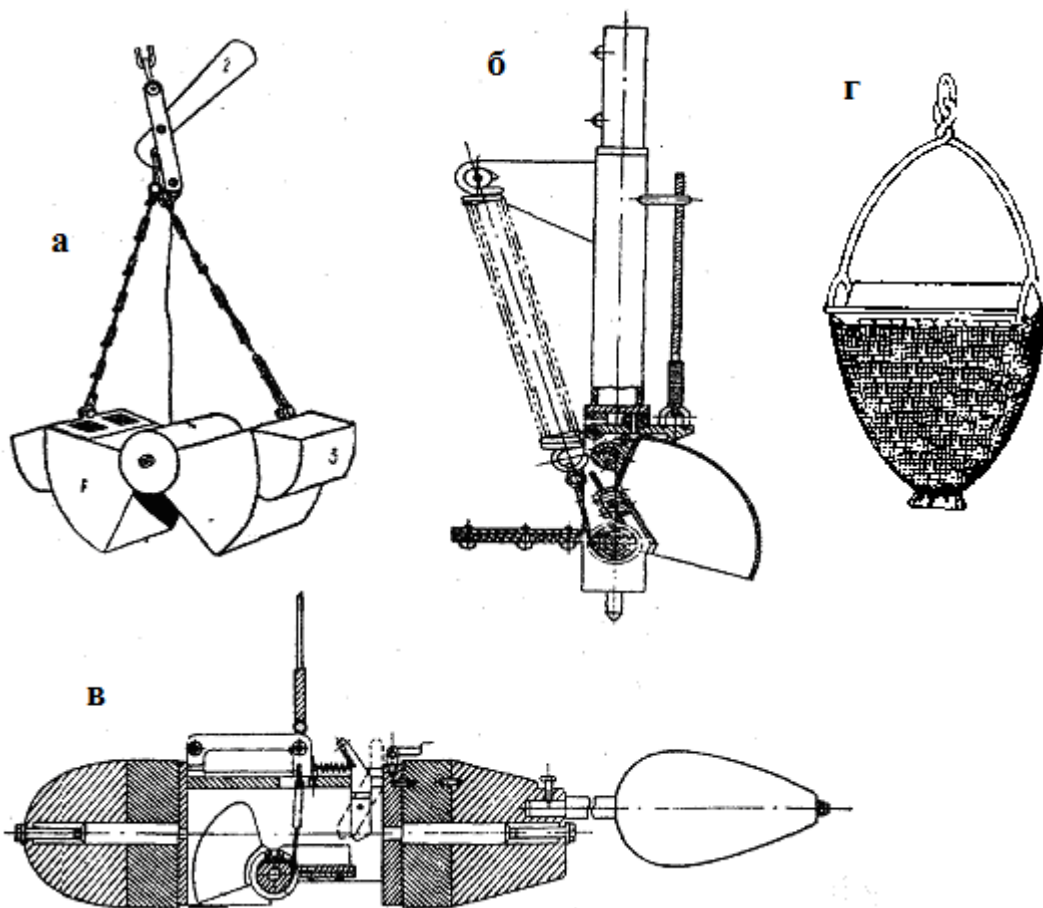


Рисунок 6.4 – Прилади для відбору проб донних відкладень:
а) дночерпалка ДЧ-0,025; б) дночерпалка штангова ГР-91;
в) пробовідбірник ГР-86; г) драга.

Дночерпалка (ДЧ-0,025, рис. 6.4, а) – призначена для відбору проб на галечниково-гравелистих ґрунтах, має дві створки, опускається в розкритому стані на лебідці, при різкому її піднятті силою своєї ваги захлопує створки ковша (ділянка захоплення дна 0,025 м²), проба виймається, прилад ополоскується.

Дночерпалка штангова (ГР-91, рис. 6.4, б) – використовується на штанзі на глибинах до 2 м і швидкостях течії до 2 м/с, на мулисто-піщаних м'яких ґрунтах. Прилад опускають, вдавлюють в ґрунт, знімають фіксатор, різко підіймають, пробу виймають.

Пробовідбірник (ГР-86, рис. 6.4, в) – розрахований на м'які ґрунти, використовується з дистанційними гідрометричними пристроями (ГР-64, ГР-70) або з лебідки. Маса приладу 40 кг, об'єм проби – 30 дм³.

Драга (рис. 6.4, г) – металічна рама і мішок для ґрунта (з щілинами на кінці для збору проби).

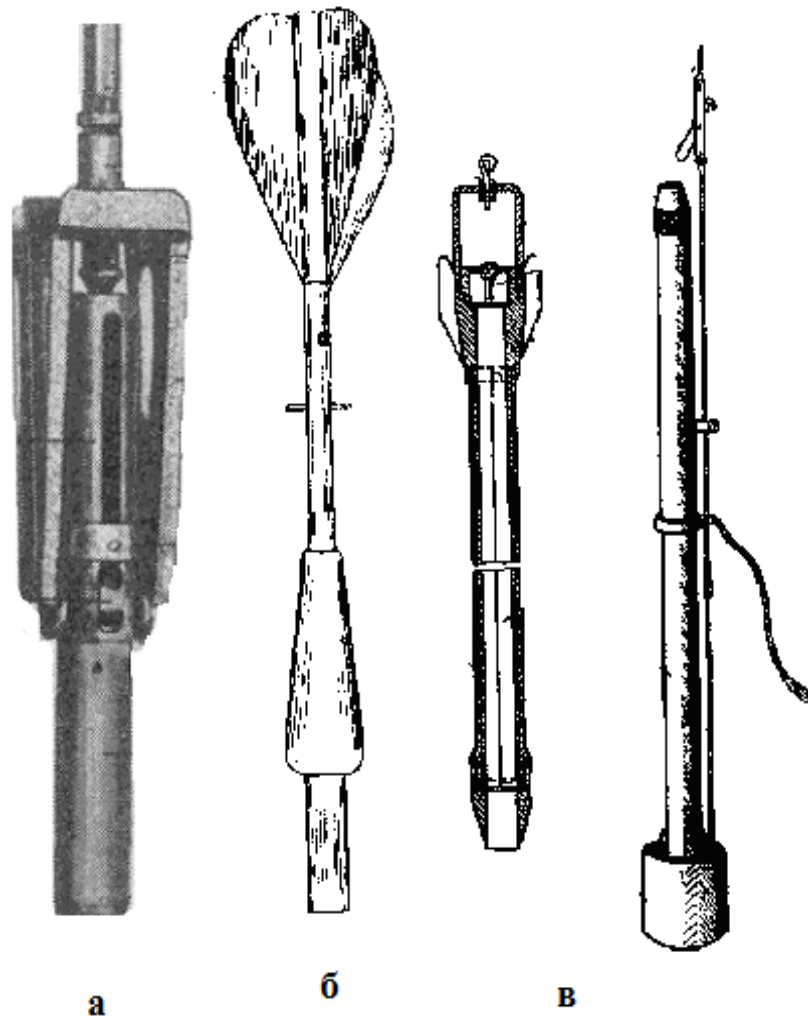


Рисунок 6.5 - Прилади для відбору проб донних відкладень:
а) щуп донний ГР-69; б) щуп донний Аполлова; в) ґрунтові трубки ГОІН.

Щуп донний (ГР-69, рис. 6.5, а) – застосовують зі штанги (жердини) при глибинах до 6 м, на кінці розташований металічний ріжучий стакан 140X40 мм, який вдавлюється в ґрунт, відривається від дна (при цьому стакан перегортається), підіймається, проба виймається.

Щуп донний Аполова (рис. 6.5, б) – використовується при м'яких ґрунтах на великих глибинах, трубка має стабілізатор течії на одному кінці і вантаж (10 кг) із заборним стаканом (12X4 см) – на іншому кінці. Прилад на тросі кидають у воду, під своєю вагою він з прискоренням входить в ґрунт, при під'йомі стакан перегортається і забезпечує цілісність проби.

Ґрунтові трубки ГОІН (рис. 6.5, в) – використовуються на лебідках при великих глибинах в морях і водосховищах. Мають гладку форму, в падінні до дна під прискоренням вдавлюються в нього, потім підіймаються, проби виймаються.

Також зараз для вивчення ґрунтів дна використовують ехолоти.

Лабораторна обробка проб наносів та донних відкладень

Відібрані проби наносів обробляються на посту і в лабораторії. На місці наноси відділяють від води шляхом відстоювання або фільтрації, надалі вони висушуються, пакуються, маркуються, відсилаються до лабораторії. Якщо проби досліджують на мутність, то їх фільтрують, якщо досліджують на крупність – камні просіюють крізь сита різного діаметру, а дрібніші – відстоюють для подальшого виділення з води. Після відстоювання надлишкова вода зливається, а вода з осадам пересилається до лабораторії (тару заливають парафіном, додають 10 відсотковий формалін), або, якщо пробу взяли на каламутність, фільтрують.

Заздалегідь готують комплекти паперових беззольних фільтрів, які зважують в сухому вигляді і нумерують звичайним олівцем. Фільтрування проводиться автоматично (довше) або примусово (на приладі Куприна ГР-60). В подальшому фільтри з наносами висушують і відправляють в лабораторію на зважування.

Висушування проходить в сушильній шафі за температури 110 °С на протязі 5 годин, зважування проводиться на аналітичних вагах з точністю до 1 мг. Маса наносів отримується шляхом віднімання ваги порожнього фільтра від ваги просушеного фільтра з наносами. Донні наноси зважують сухими на механічних вагах з точністю до 10 мг в порцеляновій чашці.

Крупність донних і зважених наносів аналізують різними методами – обмір крупних часток, просіювання крізь сита, фотоелектричний метод, на установці - фракціометрі (ГР-82), піпеточний метод (пристрій Пі-22). В деяких випадках крупність вимірюють просто в пробі води за допомогою фотомутномірів.

Результати фіксують в лабораторних книжках – журнал зважування наносів і фільтрів КГ-51, журнал аналізу методом піпетки-фракціометра КГ-54, гранулометричний склад і густина наносів КГ-55М(Н).

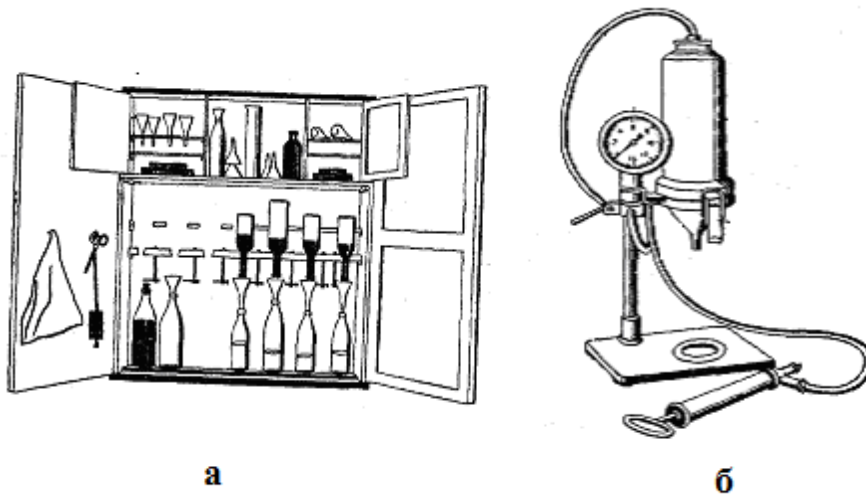


Рис. 6.6 – Обладнання для обробки проб завислих наносів:
а) фільтрувальна шафа; б) фільтрувальний прилад Куприна ГР-60

Обчислення витрат завислих наносів аналітичним способом

1) Відбір проб на мутність проводять в створах і точках, де вимірюють витрати води. Проби фільтрують, фільтри висушують, зважують, обчислюють мутність в точці (ρ , г/м³):

$$\rho = \frac{P * 10^6}{A}, \quad (6.1)$$

де P – вага наносів в пробі (мг); A – об'єм проби води (мл).

2) Визначають одиничні точкові витрати завислих наносів (α , г/м²с):

$$\alpha = V * \rho, \quad (6.2)$$

де V – середня швидкість течії в точці).

3) Для кожної вертикалі рахують $\alpha_{ср}$ (г/м²с) (формули швидкостей):

$$\alpha_{ср}^{det} = (\rho_{ср} V_{ср}) = 0,1(\rho_{нов} V_{нов} + 3\rho_{0,2} V_{0,2} + 3\rho_{0,6} V_{0,6} + 2\rho_{0,8} V_{0,8} + \rho_{дно} V_{дно}). \quad (6.3)$$

4) Повна витрата завислих речовин в створі (R , кг/с):

$$R = 0.001(k\alpha_1 w_0 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} w_1 + \dots + \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_n}{2} w_{n-1} + k\alpha_n w_n), \quad (6.4)$$

де $\alpha_1 \dots \alpha_n$ - середні витрати завислих наносів на швидкісних вертикалях; k – бережний коефіцієнт (визначається по роботі 5); $w_0 \dots w_n$ – площі живого водного перерізу між швидкісними вертикалями.

Формули для обчислення одиничних витрат наносів на вертикалях повністю відповідають формулам для визначення середніх на вертикалі швидкостей течії води в залежності від способу вимірювань – детального, основного, скороченого (табл. 3.1).

За даними вимірів і розрахунків заповнюють книжку КГ-6М(н) і таблицю «Прийняті дані». Всі стовбчики заповнюють отриманими даними, додатково розраховують $V_{сер} = Q/W$, $\rho_{сер} = 1000R/Q$. V_{max} вибирають з виміряних точкових швидкостей.

Також існує графічний спосіб розрахунку витрат завислих наносів, який є більш точним.

Таблиця 6.1 – Прийняті дані по розрахунку витрат завислих наносів аналітичним способом

Робочий рівень $H_{роб}$, см	Q , м ³ /с	W , м ²	Швидкість, м/с		R , кг/с	$\rho_{сер}$, г/м ³	B , м	Глибина, м	
			$V_{сер}$	V_{max}				$h_{сер}$	h_{max}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продовження таблиці 6.1

I , %	Спосіб вимірювання витрати води	Спосіб обчислення витрати води	Спосіб вимірювання R	Метод обчислення R	Метод обчислення
11	12	13	14	15	16
-	Млинком	Аналітичний	Детальний, батометром	Аналітичний	Аналітичний

Обчислення витрат донних наносів аналітичним способом

1) Вимірювання витрат донних наносів суміщують з вимірами витрат води і завислих наносів, в створі на швидкісних вертикалях біля дна за 3-5 підходів вібрирають пробу, потім її вилучають, сушать, відсилають до лабораторії на зважування та фракційний аналіз.

2) Для вертикалей рахують елементарні витрати наносів g , г/м²с:

$$g = \frac{P_0}{lt}, \quad (6.5)$$

де P_0 - вага наносів в пробі, г; t – час витримання батометра у точці вимірів, с; l – розмір вхідного отвору батометра, м².

3) В створі обчислюють повну витрату донних наносів (G , г/м²с):

$$G = 0.001 \left(\frac{g_1}{2} b_0 + \frac{g_1 + g_2}{2} b_1 + \dots + \frac{g_{n-1} + g_n}{2} b_{n-1} + \frac{g_n}{2} b_n \right), \quad (6.6)$$

де $g_1 \dots g_n$ – елементарні витрати донних наносів на вертикалях; $b_1 \dots b_n$ – відстані між вертикалями.

Дані вимірів витрат донних наносів заносять до книжки КГ-8.

6.2 Практична частина до практичної роботи № 6

Завдання 1.

Потрібно: обчислити витрату завислих наносів аналітично.

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Ж.1–Ж.8) обробити дані зважування фільтрів, кожний з яких містить профільтровану пробу води на каламутність, яка, в свою чергу, відбиралась в створі на певних горизонтах в швидкісних вертикалях детальним способом. Потрібно по кожній пробі послідовно визначити каламутність, одиничну витрату наносів, потім розрахувати одиничну витрату наносів по кожній вертикалі, нарешті за формулою 6.4 отримати повну витрату зважених наносів в створі (R , кг/с).

При розрахунках треба використати дані по глибинам і швидкостям на відповідних швидкісних вертикалях (витрата води. виміряна за допомогою гідрометричного млинка) зі свого варіанту по роботі №5. За підсумками розрахунків скласти і заповнити таблицю «Прийняті дані».

Завдання 2.

Потрібно: обчислити витрату донних наносів аналітично.

Хід роботи: по варіанту (додаток, табл. Ж.9–Ж.16) обробити дані зважування проб донних наносів, кожен з яких відібрали на відповідній швидкісній вертикалі в створі. Дані по глибинам, відстані від постійного початку, відстані між швидкісними вертикалями взяти з роботи №6 для свого варіанту. За формулою 6.5 треба обчислити елементарні витрати донних наносів g (г/м²с), за формулою 6.6 розрахувати повну витрату донних наносів в створі G (г/м²с).

Завдання 3.

Потрібно: оформити пояснювальну записку до практичної роботи №6 шляхом відповіді на питання до самоперевірки.

6.3 Запитання для самоперевірки засвоєння змісту практичної роботи № 6

1. Які існують прилади для відбору проб завислих наносів?
2. Які існують прилади для відбору проб донних наносів?
3. Які існують прилади для відбору проб донних відкладень?
4. В чому полягає обробка проб наносів та донних відкладень?
5. Як обчислити витрату завислих наносів аналітичним способом?
6. Як обчислити витрату донних наносів аналітичним способом?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гриб О. М. Топографо-геодезичні дослідження водних екосистем. Навчальна практика: навч. пос. / Одеса: Од. держ. еколог. ун-т, 2021, 76 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9050/> (дата звернення: 17.05.2022)
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Розрахунок топографічних та морфометричних характеристик водосховища і зміни якості води в ньому» з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія». Укладач: Яров Я.С., ст. викл. – Одеса, ОДЕКУ, 2014. – 54 с.
3. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Методи та засоби гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання)» / Яров Я.С. / Одеса, ОДЕКУ, 2015. 119 с.
4. Колодєєв Є.І., Чернов М.І. Основи річкової гідрометрії. Навчальний посібник. – Одеса: “ТЭС”, 2002. – 159 стор.
5. Колодєєв Є.І., Чернов М.І., Швєбс О.Г. Лабораторний практикум з гідрометрії. Навчальний посібник. – Одеса: “ТЭС”, 2004. – 105 стор.

ДОДАТОК
(вихідні дані до виконання практичних робіт)

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

№ п/п варіанту	№№ п/п репера і вимірних 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		
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		
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		
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 водомірний 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 водомірний 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 водомірний 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 водомірний 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 водомірний 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 водомірний 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 водомірний 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 водомірний 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					
Найвищий					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 водопосту, см		Дата встановлення стрічки	Дата зняття стрічки
			При встановленні стрічки СРВ, Н ₁	При знятті стрічки СРВ, Н 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

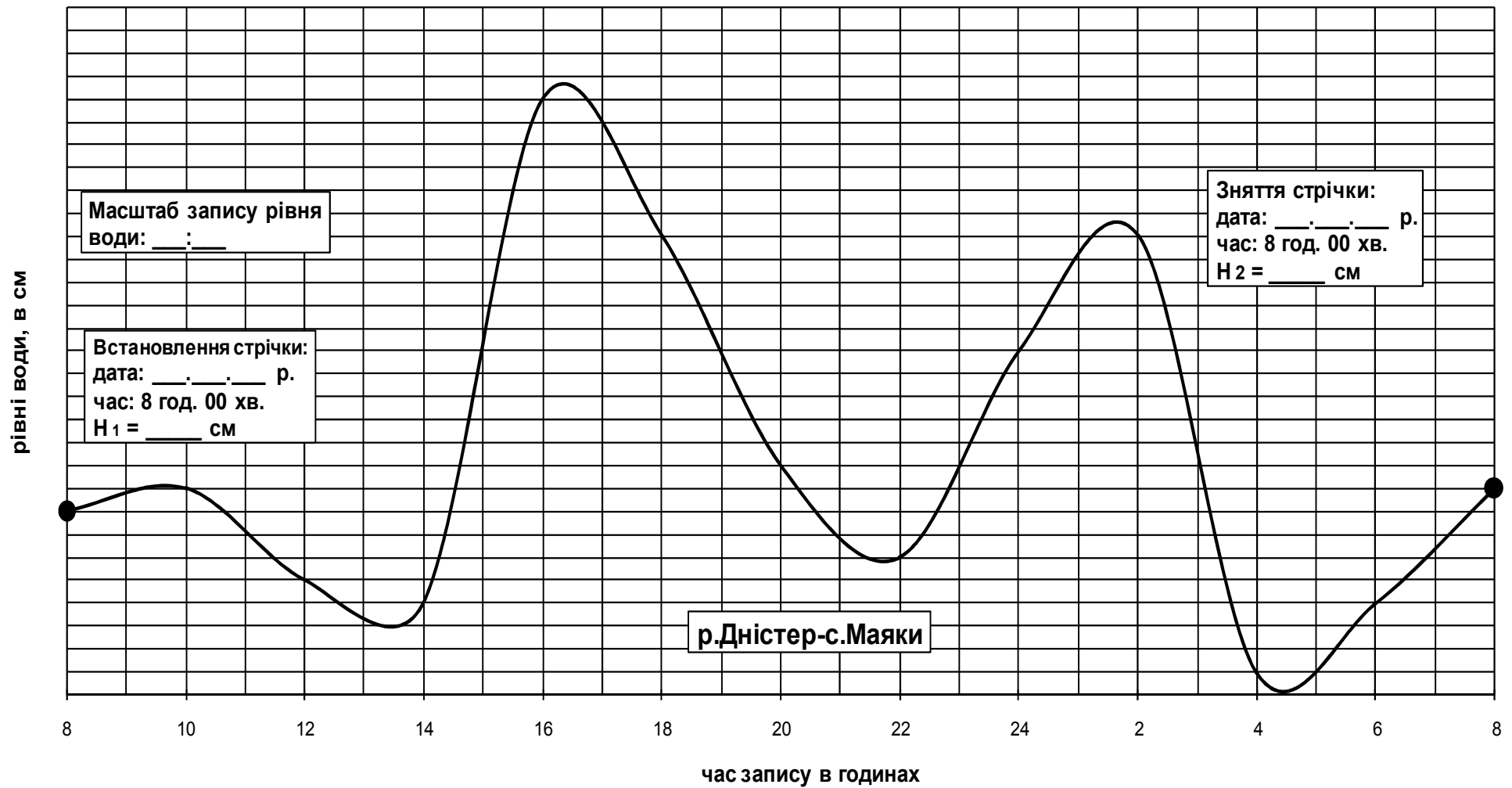


Рисунок А.1 – Запис добового ходу рівня води на стрічці СРВ “Валдай”, р. Дністер – с. Маяки

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



Рисунок 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

№ промірної вертикалі, i	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			Змочений периметр, χ , 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	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$, м ²	b_j^2 , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
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 ²			$\chi = \sum \chi_i = \underline{\hspace{2cm}}$ м				

Таблиця Б.2 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (створ № 2),
 абс. відм. урізу 1,15 м БС, Н_{поч.} = 150 см, Н_{кін.} = 152 см, Н_{разр.} = _____ см

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, <i>b_i</i> , м	Глибина, <i>h_i</i> , м	Площа поперечного перерізу, <i>W</i> , м ²			Змочений периметр, <i>χ</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i - b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	<i>b_j²</i> , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, <i>Δh_j = h_i - h_{i-1}</i> , м	<i>Δh_j²</i> , м ²	<i>χ_j² = b_j² + Δh_j²</i> , м ²	<i>χ_j = √(b_j² + Δh_j²)</i> , м
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								
			<i>W = Σw_j = _____ м²</i>			<i>χ = Σχ_i = _____ м</i>				

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

№ промірної вертикалі, i	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			Змочений периметр, χ , 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	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$, м ²	b_j^2 , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
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 ²			$\chi = \sum \chi_i = \underline{\hspace{2cm}}$ м				

Таблиця Б.4 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (створ № 4),
абс. відм. урізу 0,97 м БС, Н_{поч.} = 152 см, Н_{кін.} = 156 см, Н_{разр.} = _____ см

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, <i>b_i</i> , м	Глибина, <i>h_i</i> , м	Площа поперечного перерізу, <i>W</i> , м ²			Змочений периметр, <i>χ</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i - b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	<i>b_j²</i> , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, <i>Δh_j = h_i - h_{i-1}</i> , м	<i>Δh_j²</i> , м ²	<i>χ_j² = b_j² + Δh_j²</i> , м ²	<i>χ_j = √(b_j² + Δh_j²)</i> , м
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								
			$W = \sum w_j =$ _____ м ²			$\chi = \sum \chi_i =$ _____ 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

№ промірної вертикалі, i	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			Змочений периметр, χ , 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	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$, м ²	b_j^2 , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
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 ²			$\chi = \sum \chi_i = \underline{\hspace{2cm}}$ 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

№ промірної вертикалі, i	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			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	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$, м ²	b_j^2 , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$X_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
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 ²			$\chi = \sum \chi_i = \underline{\hspace{2cm}}$ м				

Таблиця Б.7 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (створ № 7),
 абс. відм. урізу 0,79 м БС, Н_{поч.} = 156 см, Н_{кін.} = 153 см, Н_{разр.} = _____ см

№ промірної вертикалі, <i>i</i>	Відстань від постійного початку, <i>b_i</i> , м	Глибина, <i>h_i</i> , м	Площа поперечного перерізу, <i>W</i> , м ²			Змочений периметр, <i>χ</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i - b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	<i>b_j²</i> , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, <i>Δh_j = h_i - h_{i-1}</i> , м	<i>Δh_j²</i> , м ²	<i>χ_j² = b_j² + Δh_j²</i> , м ²	<i>χ_j = √(b_j² + Δh_j²)</i> , м
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								
			$W = \sum w_j =$ _____ м ²			$\chi = \sum \chi_i =$ _____ м				

Таблиця Б.8 – Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (створ № 8),
абс. відм. урізу 0,72 м БС, $H_{\text{поч.}} = 155$ см, $H_{\text{кін.}} = 157$ 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 ²			Змочений периметр, χ , 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	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$, м ²	b_j^2 , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
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								
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м ²			$\chi = \sum \chi_i = \underline{\hspace{2cm}}$ м				

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	Н _{роб.} см	№ п/п контр. точки	Кути контр. точок $\alpha, ^\circ$		
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		
3			9.15-9.30	3	72	1.72	182	5 (у.п.б.)	70.7		
								1 (у.л.б.)	86.1		
								2	82.2		
								3	77.2		
4			11.50-12.00	4	69	1.15	120	4	76.0		
								5 (у.п.б.)	73.2		
								1 (у.л.б.)	88.7		
								2	85.1		
5			Рис. Б.2	14.05.07г.	8.20-8.30	5	75	1.25	133	3	83.6
										4	81.3
										5 (у.п.б.)	76.6
	1 (у.л.б.)	80.7									
	2	77.7									
6	9.00-9.20	6			43	1.65	183	4	74.1		
								5 (у.п.б.)	69.9		
								1 (у.л.б.)	75.4		
								2	68.8		
7	10.05-10.20	7			54	0.75	173	3	66.7		
								4	61.9		
								5 (у.п.б.)	55.5		
								1 (у.л.б.)	88.6		
8	10.45-11.00	8			72	1.74	196	2	85.1		
								3	79.3		
								4	73.8		
								5 (у.п.б.)	66.1		
								1 (у.л.б.)	87.5		
8	10.45-11.00	8			72	1.74	196	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 $\alpha, ^\circ$	$V_{\text{дійсн.}} = L \operatorname{tg} \alpha$ (м)	$b_{\text{дійсн}}$ (м)	$b_{\text{іехогр}}$ (см)	$M_{\text{ігориз}} = b_{\text{дійсн}} / b_{\text{іехогр}}$ (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, χ , 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. $w_j = b_j \cdot h_j$, м^2	b_j^2 , м^2	Різниця глибин між пром. верт. $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м^2	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м^2	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
У.л.б.										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
У. п.б.										
			$W = \sum w_j =$ _____ м^2			$\chi = \sum \chi_j =$ _____ м				

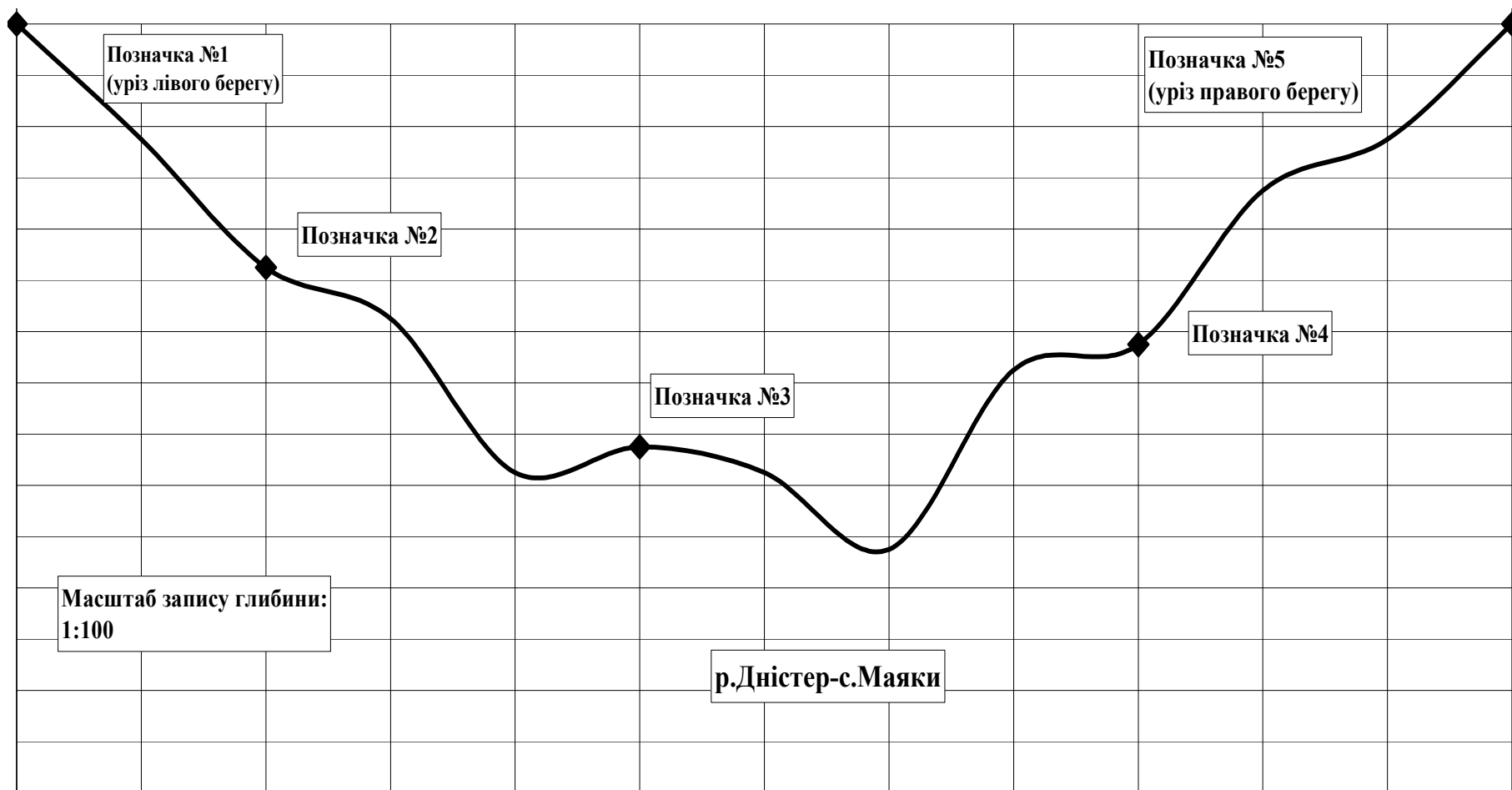


Рисунок Б.1 – Область ехограми з записом лінії дна в промірному створі, р. Дністер – с. Маяки

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.

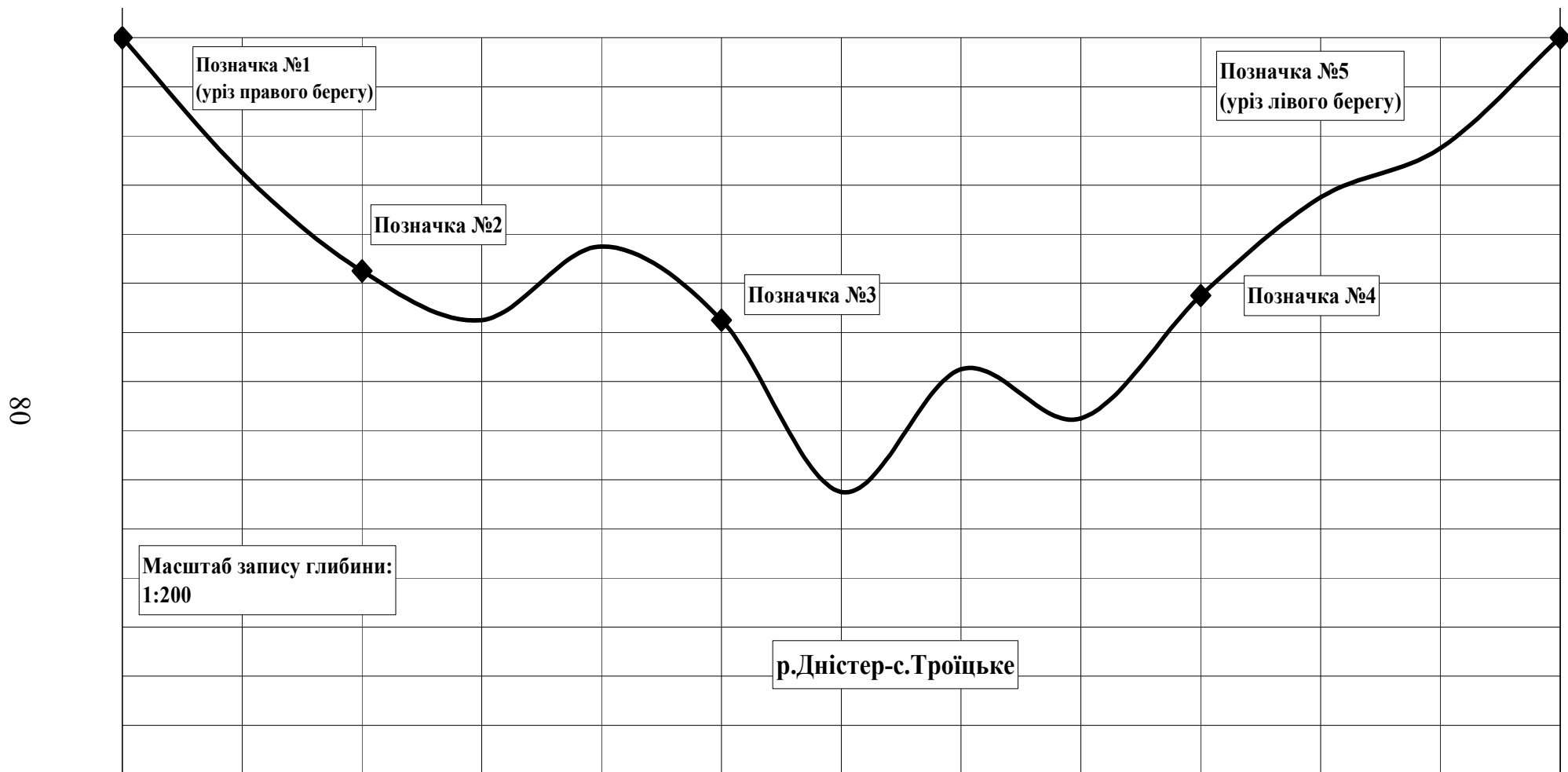


Рисунок Б.2 – Область ехограми з записом лінії дна в промірному створі, р. Дністер – с. Троїцьке

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

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
$H_{\text{урізу}}$ (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 Б.14 – Варіанти та початкові дані до виконання завдання 4 практичної роботи №2

№ варіанту	№ рисунка з планом-проектом водосховища	Масштаб плану – схеми водосховища	Відмітка межі затоплення водою, м абс.	Горизонталі проведені через кожні ...
1	Б.3	1 см: 10 м	44,5	1 м
2		1 см: 20 м	67,5	1 м
3		1 см: 40 м	43,5	1 м
4		1 см: 50 м	21,5	1 м
5	Б.4	1 см: 10 м	98,5	1 м
6		1 см: 20 м	48,5	1 м
7		1 см: 40 м	34,5	1 м
8		1 см: 50 м	67,5	1 м

Примітка: межа затоплення у водосховищі на план-схемі позначена пунктирною лінією.

Таблиця Б.15 – Вигляд таблиці для побудови продольного профілю водосховища (завдання 5 практичної роботи №2)

№ точки	Відстань від постійного початку, м	Глибина в точці при НІР, м	Абсолютна відмітка точки дна, мБС

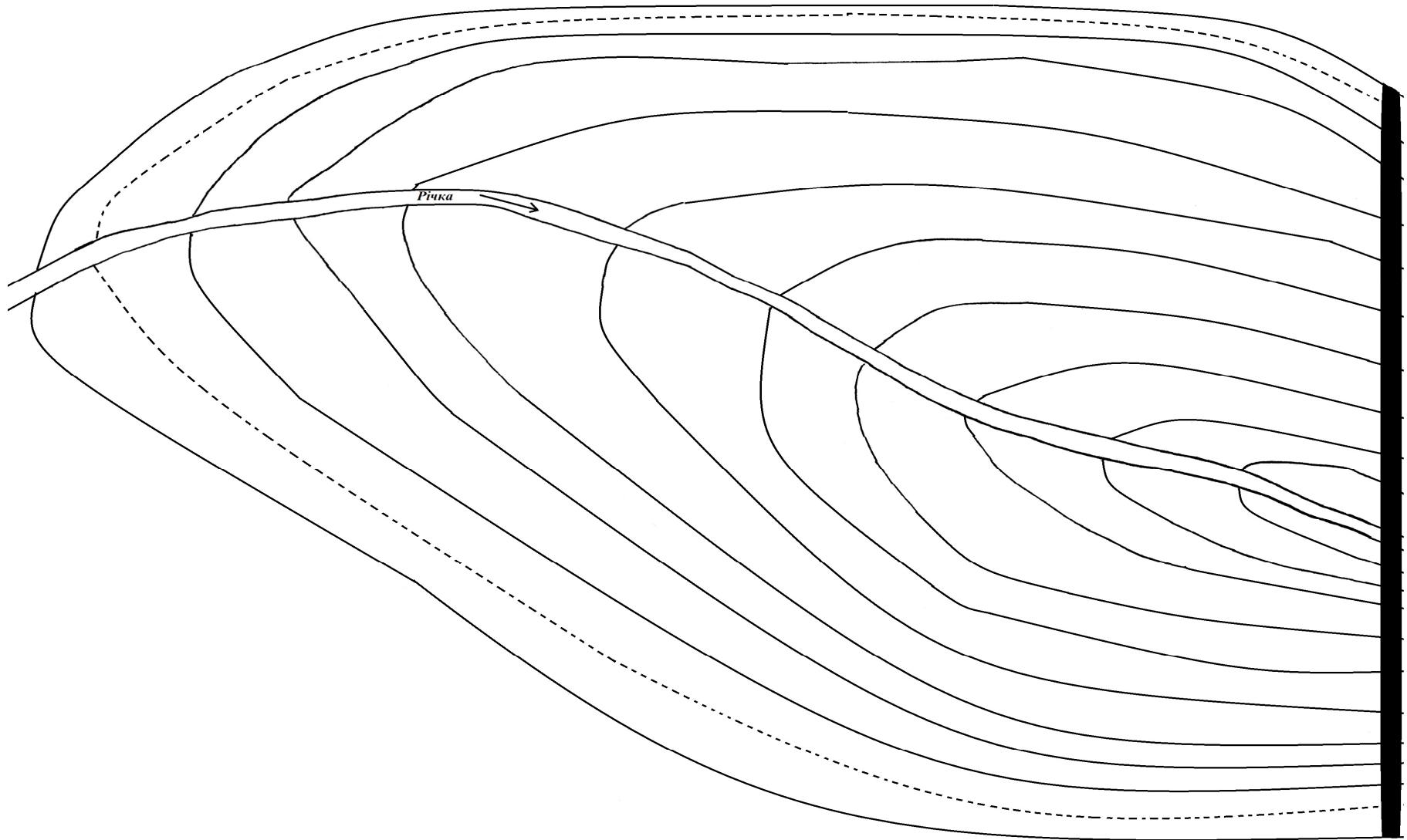


Рисунок Б.3 – План-схема запроєктованого водосховища (варіанти 1-4)

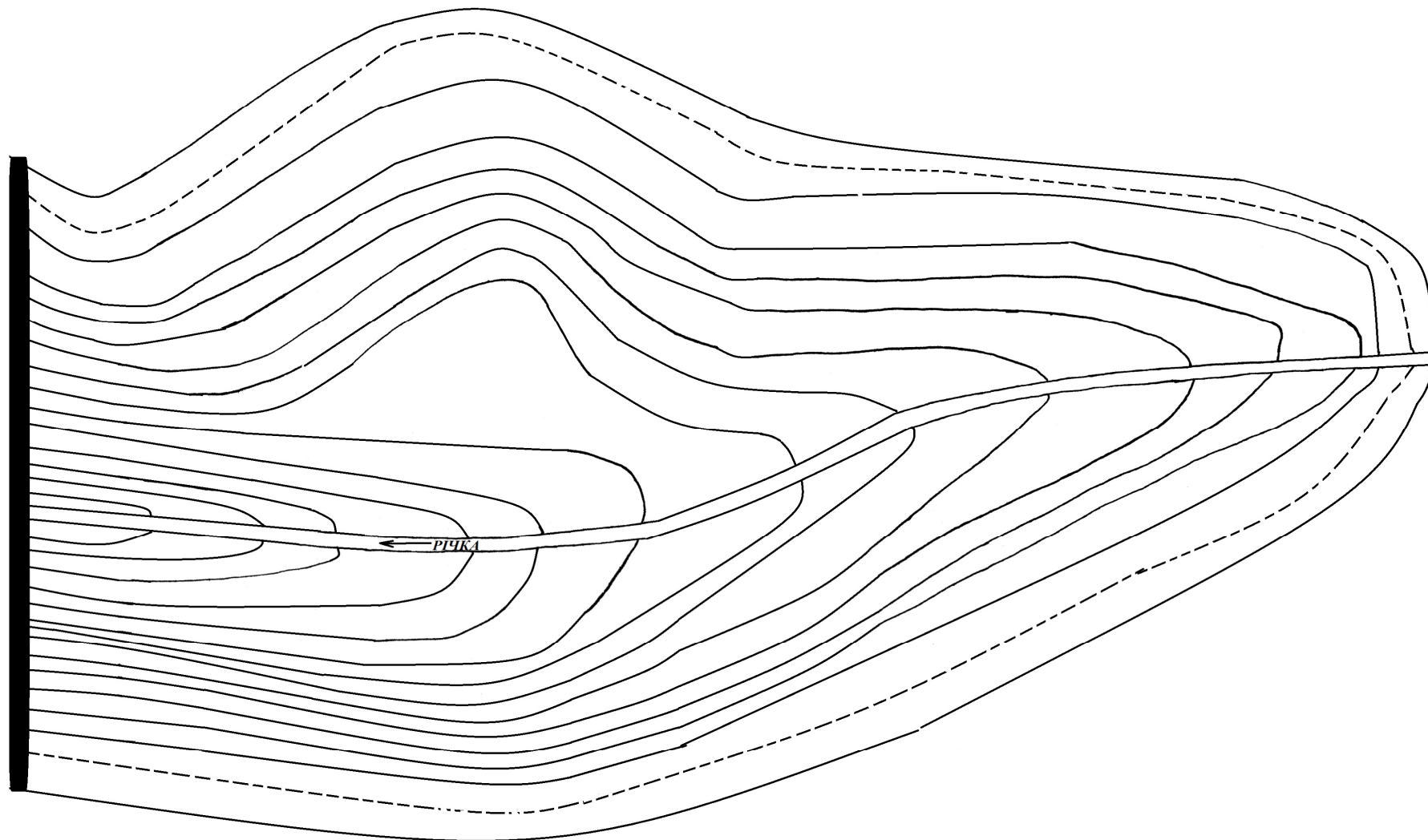


Рисунок Б.4 – План-схема запроєктованого водосховища (варіанти 5 - 8)

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., $V_{серj}$, 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					

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., $V_{серj}$, 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., $V_{серj}$, 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					

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., $V_{серj}$, 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., $V_{серj}$, 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					

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., $V_{серj}$, 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., $V_{серj}$, 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., $V_{серj}$, 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
	В.С.	С.С.	Н.С.		
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
	В.С.	С.С.	Н.С.		
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
	В.С.	С.С.	Н.С.		
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
	В.С.	С.С.	Н.С.		
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
	В.С.	С.С.	Н.С.		
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
	В.С.	С.С.	Н.С.		
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
	В.С.	С.С.	Н.С.		
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
	В.С.	С.С.	Н.С.		
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. t, c	V 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 $h, м$
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

$H_{\text{поч}}=175$

$H_{\text{кін}}=173$

$H_{\text{сеп}}=$

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 СС, м	Трив. руху попл. t, 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, 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

H_{поч}=105

H_{кін}= 103

H_{сер}=

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,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,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_{поч}=125

H_{кін}= 123

H_{сеп}=

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 СС, м	Трив. руху попл. t, c	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 $h, м$
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

$H_{\text{поч}}=132$

$H_{\text{кін}}=130$

$H_{\text{сер}}=$

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 СС, м	Трив. руху попл. t, c	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 $h, м$
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

$H_{\text{поч}}=111$
 $H_{\text{кін}}=114$
 $H_{\text{сер}}=$

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 СС, м	Трив. руху попл. t, c	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 $h, м$
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

$H_{\text{поч}}=129$

$H_{\text{кін}}=127$

$H_{\text{сер}}=$

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 СС, м	Трив. руху попл. t, c	V 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 $h, м$
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

$H_{\text{поч}}=128$

$H_{\text{кін}}=125$

$H_{\text{сер}}=$

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 СС, м	Трив. руху попл. t, c	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 $h, м$
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

$H_{\text{поч}}=125$

$H_{\text{кін}}=123$

$H_{\text{сер}}=$

Таблиця Д.9 - Обчислення витрати води, виміряної 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 (м ²)	Площа між шв. верт. w (м ²)	Швидкість на шв. верт. V_i (м/с)	Швидкість між шв. верт. V (м/с)	q між шв. верт. (м ³ /с)
ур. п/б									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
ур. л.б.									

Таблиця Д.10 - 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	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			
			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 ²	Площа між швидкісними верт., w_j , м ²
Уріз л.б.	9,80	0,00				
1/І	10,50	2,48				
2	12,50	2,94				
3	14,50	2,60				
4/ІІ	16,50	2,24				
5	18,50	2,00				
6	20,50	2,16				
7/ІІІ	22,50	2,36				
8	24,50	3,09				
9	26,50	3,56				
10/ІV	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 ²			

Таблиця Д.11 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (створ № 2),
абс. відм. урізу 1,15 м БС, $H_{\text{поч.}} = 150$ см, $H_{\text{кін.}} = 152$ 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 ²			
			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 ²	Площа між швидкісними верт., w_j , м ²
Уріз л.б.	8,80	0,00				
1/І	9,50	0,74				
2	11,50	0,77				
3	13,50	0,80				
4/ІІ	15,50	0,62				
5	17,50	1,13				
6	19,50	0,97				
7/ІІІ	21,50	1,25				
8	23,50	0,95				
9	25,50	1,28				
10/ІV	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/VІІ	45,50	0,52				
20	47,50	0,40				
21/VІІІ	49,50	0,43				
Уріз пр.б.	51,65	0,15				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м ²			

Таблиця Д.12 - 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	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			
			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 ²	Площа між швидкісними верт., w_j , м ²
Уріз л.б.	11,80	0,00				
1/І	12,50	0,50				
2	14,50	0,88				
3	16,50	1,22				
4/ІІ	18,50	1,15				
5	20,50	1,10				
6	22,50	1,13				
7/ІІІ	24,50	1,17				
8	26,50	1,57				
9	28,50	1,41				
10/ІV	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/VІІ	48,50	0,41				
20	50,50	0,41				
21/VІІІ	52,50	0,36				
Уріз пр.б.	54,55	0,10				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м ²			

Таблиця Д.13 - 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 ²			
			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 ²	Площа між швидкісними верт., w_j , м ²
Уріз л.б.	6,80	0,26				
1/І	7,50	0,37				
2	9,50	0,48				
3	11,50	0,90				
4/ІІ	13,50	1,12				
5	15,50	1,00				
6	17,50	1,08				
7/ІІІ	19,50	1,18				
8	21,50	2,18				
9	23,50	1,78				
10/ІV	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/VІІ	43,50	1,03				
20	45,50	0,95				
21/VІІІ	47,50	0,52				
Уріз пр.б.	49,50	0,13				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м ²			

Таблиця Д.14 - 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

№ промірної вертикалі, i	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			
			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 ²	Площа між швидкісними верт., w_j , м ²
Уріз л.б.	12,30	0,00				
1/І	13,00	1,72				
2	15,00	4,41				
3	17,00	3,90				
4/ІІ	19,00	3,36				
5	21,00	3,00				
6	23,00	3,24				
7/ІІІ	25,00	3,54				
8	27,00	6,38				
9	29,00	5,34				
10/ІV	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/VІІ	49,00	3,09				
20	51,00	3,06				
21/VІІІ	53,00	1,70				
Уріз пр.б.	55,37	0,12				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м ²			

Таблиця Д.15 - 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	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			
			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 ²	Площа між швидкісними верт., w_j , м ²
Уріз л.б.	6,30	0,00				
1/І	7,00	0,41				
2	9,00	0,72				
3	11,00	1,06				
4/ІІ	13,00	1,40				
5	15,00	1,26				
6	17,00	1,21				
7/ІІІ	19,00	1,30				
8	21,00	1,50				
9	23,00	1,97				
10/ІV	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 ²			

Таблиця Д.16 - 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 ²			
			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 ²	Площа між швидкісними верт., w_j , м ²
Уріз л.б.	10,70	0,23				
1/І	14,50	0,41				
2	16,50	0,68				
3	18,50	1,11				
4/ІІ	20,50	1,62				
5	22,50	1,48				
6	24,50	1,50				
7/ІІІ	26,50	1,62				
8	28,50	1,72				
9	30,50	2,19				
10/ІV	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/VІІ	50,50	0,74				
20	52,50	0,64				
21/VІІІ	54,55	0,50				
Уріз пр.б.	56,78	0,00				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м ²			

Таблиця Д.17 - Дані промірів глибин, р. Дністер – с. Маяки (створ № 8),
абс. відм. урізу 0,72 м БС, $H_{\text{поч.}} = 155$ см, $H_{\text{кін.}} = 157$ 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 ²			
			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 ²	Площа між швидкісними верт., w_j , м ²
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				
			$W = \sum w_j = \underline{\hspace{2cm}}$ м ²			

Таблиця Д.18 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 1)

№ шв. верт.	Робоча глибина, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_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., $V_{серj}$, м/с
			в долях від h_j	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 Д.19 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 2)

№ шв. верт.	Робоча глибина, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_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., $V_{серj}$, м/с
			в долях 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 Д.20 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 3)

№ шв. верт.	Робоча глибина, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_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., $V_{серj}$, м/с
			в долях від h_j	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 Д.21 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 4)

№ шв. верт.	Робоча глибина, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_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., $V_{серj}$, м/с
			в долях від h_j	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 Д.22 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 5)

№ шв. верт.	Робоча глибина, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_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., $V_{серj}$, м/с
			в долях від h_j	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 Д.23 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 6)

№ шв. верт.	Робоча глибина, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_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., $V_{серj}$, м/с
			в долях від h_j	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 Д.24 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 7)

№ шв. верт.	Робоча глибина, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_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., $V_{серj}$, м/с
			в долях від h_j	в м						
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 Д.25 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 8)

№ шв. верт.	Робоча глибина, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_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., $V_{серj}$, м/с
			в долях від h_j	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 Д.26 - Обчислення витрат води млинком

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

Таблиця Д.27 – Прийняті дані по розрахунку витрат води поверхневими поплавцями в книжці КГ – 7 М (н)

Робочий рівень $H_{роб}$, см	Q_3 , м ³ /с	W_2 , м ²	B , м	Глибина, м		Швидкість, м/с		Метод вимірювань	Метод обчислення	K	I , ‰
				$h_{сер}$	h_{max}	$V_{сер}$	V_{max}				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
								детальний	Графо-аналітичний		-

Таблиця Д.28 – Прийняті дані по розрахунку витрат води гідрометричним млинком в книжці КГ-3

Робочий рівень $H_{роб}$, см	Q_3 , м ³ /с	W_2 , м ²	B , м	Глибина, м		Швидкість, м/с		Метод вимірювань	Метод обчислення	I , ‰
				$h_{сер}$	h_{max}	$V_{сер}$	V_{max}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
								детальний	аналітичний	-

Таблиця Ж.1 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №1)

№ верт.	Глибина h, м	Глибина занурення		Об'єм проби А, мл	Маса наносів m, г	Каламутність ρ , г/м ³	Одинична витрата наносів α_i (г/м ² *с)	Середня одинична витрата $\alpha_{\text{сер}}$, (г/м ² *с)	Витрата в створі R, (кг/с)
		в долях від h	в м.						
1		пов		3000	0,119				
		0,2		3000	0,141				
		0,6		3000	0,242				
		0,8		3000	0,346				
		дно		3000	0,504				
2		пов		3000	0,125				
		0,2		3000	0,148				
		0,6		3000	0,254				
		0,8		3000	0,363				
		дно		3000	0,529				
3		пов		3000	0,131				
		0,2		3000	0,155				
		0,6		3000	0,266				
		0,8		3000	0,380				
		дно		3000	0,554				
4		пов		3000	0,137				
		0,2		3000	0,162				
		0,6		3000	0,278				
		0,8		3000	0,397				
		дно		3000	0,580				
5		пов		3000	0,143				
		0,2		3000	0,170				
		0,6		3000	0,290				
		0,8		3000	0,415				
		дно		3000	0,605				
6		пов		3000	0,131				
		0,2		3000	0,155				
		0,6		3000	0,266				
		0,8		3000	0,380				
		дно		3000	0,554				
7		пов		3000	0,113				
		0,2		3000	0,134				
		0,6		3000	0,229				
		0,8		3000	0,328				
		дно		3000	0,479				
8		пов		3000	0,107				
		0,2		3000	0,127				
		0,6		3000	0,217				
		0,8		3000	0,311				
		дно		3000	0,454				

Таблиця Ж.2 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №2)

№ верт.	Глибина h, м	Глибина занурення		Об'єм проби A, мл	Маса наносів m, г	Каламутність ρ , г/м ³	Однинична витрата наносів α_i (г/м ² *с)	Середня однинична витрата $\alpha_{ср}$, (г/м ² *с)	Витрата в створі R, (кг/с)
		в долях від h	в м.						
1		пов		2000	0,120				
		0,2		2000	0,142				
		0,6		2000	0,243				
		0,8		2000	0,347				
		дно		2000	0,507				
2		пов		2000	0,126				
		0,2		2000	0,149				
		0,6		2000	0,255				
		0,8		2000	0,365				
		дно		2000	0,532				
3		пов		2000	0,132				
		0,2		2000	0,156				
		0,6		2000	0,267				
		0,8		2000	0,382				
		дно		2000	0,557				
4		пов		2000	0,138				
		0,2		2000	0,163				
		0,6		2000	0,279				
		0,8		2000	0,399				
		дно		2000	0,582				
5		пов		2000	0,144				
		0,2		2000	0,170				
		0,6		2000	0,291				
		0,8		2000	0,417				
		дно		2000	0,608				
6		пов		2000	0,132				
		0,2		2000	0,156				
		0,6		2000	0,267				
		0,8		2000	0,382				
		дно		2000	0,557				
7		пов		2000	0,114				
		0,2		2000	0,135				
		0,6		2000	0,231				
		0,8		2000	0,330				
		дно		2000	0,481				
8		пов		2000	0,108				
		0,2		2000	0,128				
		0,6		2000	0,218				
		0,8		2000	0,313				
		дно		2000	0,456				

Таблиця Ж.3 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №3)

№ верт.	Глибина h, м	Глибина занурення		Об'єм проби A, мл	Маса наносів m, г	Каламутність ρ , г/м ³	Однинична витрата наносів α_i (г/м ² *с)	Середня однинична витрата $\alpha_{ср}$ (г/м ² *с)	Витрата в створі R, (кг/с)
		в долях від h	в м.						
1		пов		2500	0,121				
		0,2		2500	0,144				
		0,6		2500	0,246				
		0,8		2500	0,351				
		дно		2500	0,513				
2		пов		2500	0,127				
		0,2		2500	0,151				
		0,6		2500	0,258				
		0,8		2500	0,369				
		дно		2500	0,538				
3		пов		2500	0,133				
		0,2		2500	0,158				
		0,6		2500	0,270				
		0,8		2500	0,387				
		дно		2500	0,564				
4		пов		2500	0,139				
		0,2		2500	0,165				
		0,6		2500	0,282				
		0,8		2500	0,404				
		дно		2500	0,590				
5		пов		2500	0,145				
		0,2		2500	0,172				
		0,6		2500	0,295				
		0,8		2500	0,422				
		дно		2500	0,615				
6		пов		2500	0,133				
		0,2		2500	0,158				
		0,6		2500	0,270				
		0,8		2500	0,387				
		дно		2500	0,564				
7		пов		2500	0,115				
		0,2		2500	0,137				
		0,6		2500	0,233				
		0,8		2500	0,334				
		дно		2500	0,487				
8		пов		2500	0,109				
		0,2		2500	0,129				
		0,6		2500	0,221				
		0,8		2500	0,316				
		дно		2500	0,461				

Таблиця Ж.4 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №4)

№ верт.	Глибина h, м	Глибина занурення		Об'єм проби A, мл	Маса наносів m, г	Каламутність ρ , г/м ³	Однинична витрата наносів α_i (г/м ² *с)	Середня однинична витрата $\alpha_{ср}$ (г/м ² *с)	Витрата в створі R, (кг/с)
		в долях від h	в м.						
1		пов		1500	0,120				
		0,2		1500	0,142				
		0,6		1500	0,243				
		0,8		1500	0,348				
		дно		1500	0,508				
2		пов		1500	0,126				
		0,2		1500	0,150				
		0,6		1500	0,256				
		0,8		1500	0,366				
		дно		1500	0,533				
3		пов		1500	0,132				
		0,2		1500	0,157				
		0,6		1500	0,268				
		0,8		1500	0,383				
		дно		1500	0,559				
4		пов		1500	0,138				
		0,2		1500	0,164				
		0,6		1500	0,280				
		0,8		1500	0,401				
		дно		1500	0,584				
5		пов		1500	0,144				
		0,2		1500	0,171				
		0,6		1500	0,292				
		0,8		1500	0,418				
		дно		1500	0,610				
6		пов		1500	0,132				
		0,2		1500	0,157				
		0,6		1500	0,268				
		0,8		1500	0,383				
		дно		1500	0,559				
7		пов		1500	0,114				
		0,2		1500	0,135				
		0,6		1500	0,231				
		0,8		1500	0,331				
		дно		1500	0,483				
8		пов		1500	0,108				
		0,2		1500	0,128				
		0,6		1500	0,219				
		0,8		1500	0,313				
		дно		1500	0,457				

Таблиця Ж.5 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №5)

№ верт.	Глибина h, м	Глибина занурення		Об'єм проби A, мл	Маса наносів m, г	Каламутність ρ , г/м ³	Однинична витрата наносів α_i (г/м ² *с)	Середня однинична витрата $\alpha_{ср}$ (г/м ² *с)	Витрата в створі R, (кг/с)
		в долях від h	в м.						
1		пов		3000	0,120				
		0,2		3000	0,142				
		0,6		3000	0,243				
		0,8		3000	0,347				
		дно		3000	0,507				
2		пов		3000	0,126				
		0,2		3000	0,149				
		0,6		3000	0,255				
		0,8		3000	0,365				
		дно		3000	0,532				
3		пов		3000	0,132				
		0,2		3000	0,156				
		0,6		3000	0,267				
		0,8		3000	0,382				
		дно		3000	0,557				
4		пов		3000	0,138				
		0,2		3000	0,163				
		0,6		3000	0,279				
		0,8		3000	0,399				
		дно		3000	0,582				
5		пов		3000	0,144				
		0,2		3000	0,170				
		0,6		3000	0,291				
		0,8		3000	0,417				
		дно		3000	0,608				
6		пов		3000	0,132				
		0,2		3000	0,156				
		0,6		3000	0,267				
		0,8		3000	0,382				
		дно		3000	0,557				
7		пов		3000	0,114				
		0,2		3000	0,135				
		0,6		3000	0,231				
		0,8		3000	0,330				
		дно		3000	0,481				
8		пов		3000	0,108				
		0,2		3000	0,128				
		0,6		3000	0,218				
		0,8		3000	0,313				
		дно		3000	0,456				

Таблиця Ж.6 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №6)

№ верт	Глибина h, м	Глибина занурення		Об'єм проби A, мл	Маса наносів m, г	Каламутність ρ , г/м ³	Однинична витрата наносів α_i (г/м ² *с)	Середня однинична витрата $\alpha_{ср}$ (г/м ² *с)	Витрата в створі R, (кг/с)
		в долях від h	в м.						
1		пов		2800	0,125				
		0,2		2800	0,149				
		0,6		2800	0,254				
		0,8		2800	0,364				
		дно		2800	0,531				
2		пов		2800	0,132				
		0,2		2800	0,156				
		0,6		2800	0,267				
		0,8		2800	0,382				
		дно		2800	0,557				
3		пов		2800	0,138				
		0,2		2800	0,164				
		0,6		2800	0,280				
		0,8		2800	0,400				
		дно		2800	0,584				
4		пов		2800	0,144				
		0,2		2800	0,171				
		0,6		2800	0,292				
		0,8		2800	0,418				
		дно		2800	0,610				
5		пов		2800	0,150				
		0,2		2800	0,178				
		0,6		2800	0,305				
		0,8		2800	0,436				
		дно		2800	0,637				
6		пов		2800	0,138				
		0,2		2800	0,164				
		0,6		2800	0,280				
		0,8		2800	0,400				
		дно		2800	0,584				
7		пов		2800	0,119				
		0,2		2800	0,141				
		0,6		2800	0,242				
		0,8		2800	0,346				
		дно		2800	0,504				
8		пов		2800	0,113				
		0,2		2800	0,134				
		0,6		2800	0,229				
		0,8		2800	0,327				
		дно		2800	0,477				

Таблиця Ж.7 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №7)

№ верт.	Глибина h, м	Глибина занурення		Об'єм проби A, мл	Маса наносів m, г	Каламутність ρ , г/м ³	Однинична витрата наносів α_i (г/м ² *с)	Середня однинична витрата $\alpha_{ср}$, (г/м ² *с)	Витрата в створі R, (кг/с)
		в долях від h	в м.						
1		пов		2500	0,124				
		0,2		2500	0,147				
		0,6		2500	0,252				
		0,8		2500	0,360				
		дно		2500	0,525				
2		пов		2500	0,130				
		0,2		2500	0,155				
		0,6		2500	0,264				
		0,8		2500	0,378				
		дно		2500	0,551				
3		пов		2500	0,136				
		0,2		2500	0,162				
		0,6		2500	0,277				
		0,8		2500	0,396				
		дно		2500	0,578				
4		пов		2500	0,143				
		0,2		2500	0,169				
		0,6		2500	0,289				
		0,8		2500	0,414				
		дно		2500	0,604				
5		пов		2500	0,149				
		0,2		2500	0,177				
		0,6		2500	0,302				
		0,8		2500	0,432				
		дно		2500	0,630				
6		пов		2500	0,148				
		0,2		2500	0,162				
		0,6		2500	0,277				
		0,8		2500	0,396				
		дно		2500	0,578				
7		пов		2500	0,118				
		0,2		2500	0,140				
		0,6		2500	0,239				
		0,8		2500	0,342				
		дно		2500	0,499				
8		пов		2500	0,112				
		0,2		2500	0,132				
		0,6		2500	0,226				
		0,8		2500	0,324				
		дно		2500	0,473				

Таблиця Ж.8 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №8)

№ верт.	Глибина h, м	Глибина занурення		Об'єм проби A, мл	Маса наносів m, г	Каламутність ρ , г/м ³	Однинична витрата наносів α_i (г/м ² *с)	Середня однинична витрата $\alpha_{ср}$ (г/м ² *с)	Витрата в створі R, (кг/с)
		в долях від h	в м.						
1		пов		3000	0,123				
		0,2		3000	0,146				
		0,6		3000	0,249				
		0,8		3000	0,356				
		дно		3000	0,520				
2		пов		3000	0,129				
		0,2		3000	0,153				
		0,6		3000	0,261				
		0,8		3000	0,374				
		дно		3000	0,546				
3		пов		3000	0,135				
		0,2		3000	0,160				
		0,6		3000	0,274				
		0,8		3000	0,392				
		дно		3000	0,572				
4		пов		3000	0,141				
		0,2		3000	0,168				
		0,6		3000	0,286				
		0,8		3000	0,410				
		дно		3000	0,598				
5		пов		3000	0,147				
		0,2		3000	0,175				
		0,6		3000	0,299				
		0,8		3000	0,427				
		дно		3000	0,624				
6		пов		3000	0,135				
		0,2		3000	0,160				
		0,6		3000	0,274				
		0,8		3000	0,392				
		дно		3000	0,572				
7		пов		3000	0,117				
		0,2		3000	0,138				
		0,6		3000	0,237				
		0,8		3000	0,338				
		дно		3000	0,494				
8		пов		3000	0,110				
		0,2		3000	0,131				
		0,6		3000	0,224				
		0,8		3000	0,321				
		дно		3000	0,468				

Таблиця Ж.9 – Обчислення витрати донних наносів (створ №1)
прилад – батометр-сітка „Пі-29”

№ швидк верт	Глибина h, м	Відстань від п.п. (м)	Відст. між швидк. верт. b_i (м)	l батометра (m^2)	Час витримки батометра t , (сек)	Вага донних наносів в пробі P_g , (г)	Елем. витрата донних наносів g_i (г/м*с)	Повна витрата донних наносів G (г/м*с)
УЛБ				-	-	-	-	
1				0,25	1800	14,52		
2				0,25	1800	17,05		
3				0,25	1800	18,21		
4				0,25	1800	18,44		
5				0,25	1800	18,88		
6				0,25	1800	17,41		
7				0,25	1800	15,92		
8				0,25	1800	14,08		
УПБ				-	-	-	-	

Таблиця Ж.10 – Обчислення витрати донних наносів (створ №2)
прилад – батометр-сітка „Пі-29”

№ швидк верт	Глибина h, м	Відстань від п.п. (м)	Відст. між швидк. верт. b_i (м)	l батометра (m^2)	Час витримки батометра t , (сек)	Вага донних наносів в пробі P_g , (г)	Елем. витрата донних наносів g_i (г/м*с)	Повна витрата донних наносів G (г/м*с)
УЛБ				-	-	-	-	
1				0,25	1800	14,41		
2				0,25	1800	18,20		
3				0,25	1800	17,42		
4				0,25	1800	19,66		
5				0,25	1800	20,11		
6				0,25	1800	23,24		
7				0,25	1800	18,06		
8				0,25	1800	16,88		
УПБ				-	-	-	-	

Таблиця Ж.11 – Обчислення витрати донних наносів (створ №3)
прилад – батометр-сітка „Пі-29”

№ швидк верт	Глибина h, м	Відстань від п.п. (м)	Відст. між швидк. верт. b_i (м)	l батометра (m^2)	Час витримки батометра t , (сек)	Вага донних наносів в пробі P_g , (г)	Елем. витрата донних наносів g_i (г/м*с)	Повна витрата донних наносів G (г/м*с)
УЛБ				-	-	-	-	
1				0,25	1800	32,08		
2				0,25	1800	35,05		
3				0,25	1800	36,96		
4				0,25	1800	40,22		
5				0,25	1800	41,05		
6				0,25	1800	32,88		
7				0,25	1800	34,64		
8				0,25	1800	32,04		
УПБ				-	-	-	-	

Таблиця Ж.12 – Обчислення витрати донних наносів (створ №4)
прилад – батометр-сітка „Пі-29”

№ швидк верт	Глибина h, м	Відстань від п.п. (м)	Відст. між швидк. верт. b_i (м)	l батометра (m^2)	Час витримки батометра t , (сек)	Вага донних наносів в пробі P_g , (г)	Елем. витрата донних наносів g_i (г/м*с)	Повна витрата донних наносів G (г/м*с)
УЛБ				-	-	-	-	
1				0,25	1800	31,01		
2				0,25	1800	28,78		
3				0,25	1800	26,09		
4				0,25	1800	36,04		
5				0,25	1800	34,51		
6				0,25	1800	29,87		
7				0,25	1800	25,31		
8				0,25	1800	24,54		
УПБ				-	-	-	-	

Таблиця Ж.13– Обчислення витрати донних наносів (створ №5)
прилад – батометр-сітка „Пі-29”

№ швидк верт	Глибина h, м	Відстань від п.п. (м)	Відст. між швидк. верт. b_i (м)	l батометра (m^2)	Час витримки батометра t , (сек)	Вага донних наносів в пробі P_g , (г)	Елем. витрата донних наносів g_i (г/м*с)	Повна витрата донних наносів G (г/м*с)
УЛБ				-	-	-	-	
1				0,25	1800	41,22		
2				0,25	1800	47,84		
3				0,25	1800	52,08		
4				0,25	1800	58,98		
5				0,25	1800	56,44		
6				0,25	1800	42,18		
7				0,25	1800	41,86		
8				0,25	1800	39,81		
УПБ				-	-	-	-	

Таблиця Ж.14– Обчислення витрати донних наносів (створ №6)
прилад – батометр-сітка „Пі-29”

№ швидк верт	Глибина h, м	Відстань від п.п. (м)	Відст. між швидк. верт. b_i (м)	l батометра (m^2)	Час витримки батометра t , (сек)	Вага донних наносів в пробі P_g , (г)	Елем. витрата донних наносів g_i (г/м*с)	Повна витрата донних наносів G (г/м*с)
УЛБ				-	-	-	-	
1				0,25	1800	45,11		
2				0,25	1800	43,05		
3				0,25	1800	42,78		
4				0,25	1800	42,65		
5				0,25	1800	41,01		
6				0,25	1800	38,04		
7				0,25	1800	38,41		
8				0,25	1800	36,05		
УПБ				-	-	-	-	

Таблиця Ж.15– Обчислення витрати донних наносів (створ №7)
прилад – батометр-сітка „Пі-29”

№ швидк верт	Глибина h, м	Відстань від п.п. (м)	Відст. між швидк. верт. b_i (м)	l батометра (m^2)	Час витримки батометра t , (сек)	Вага донних наносів в пробі P_g , (г)	Елем. витрата донних наносів g_i (г/м*с)	Повна витрата донних наносів G (г/м*с)
УЛБ				-	-	-	-	
1				0,25	1800	32,55		
2				0,25	1800	36,60		
3				0,25	1800	34,55		
4				0,25	1800	36,85		
5				0,25	1800	39,88		
6				0,25	1800	41,02		
7				0,25	1800	35,24		
8				0,25	1800	34,06		
УПБ				-	-	-	-	

Таблиця Ж.16– Обчислення витрати донних наносів (створ №8)
прилад – батометр-сітка „Пі-29”

№ швидк верт	Глибина h, м	Відстань від п.п. (м)	Відст. між швидк. верт. b_i (м)	l батометра (m^2)	Час витримки батометра t , (сек)	Вага донних наносів в пробі P_g , (г)	Елем. витрата донних наносів g_i (г/м*с)	Повна витрата донних наносів G (г/м*с)
УЛБ				-	-	-	-	
1				0,25	1800	37,60		
2				0,25	1800	41,56		
3				0,25	1800	47,88		
4				0,25	1800	39,66		
5				0,25	1800	35,47		
6				0,25	1800	35,65		
7				0,25	1800	32,85		
8				0,25	1800	31,46		
УПБ				-	-	-	-	

Таблиця Ж.17 – Прийняті дані по розрахунку витрат завислих наносів аналітичним способом

Робочий рівень $H_{роб}$, см	Q , м ³ /с	W , м ²	Швидкість, м/с		R , кг/с	$\rho_{сер}$, г/м ³	B , м	Глибина, м	
			$V_{сер}$	V_{max}				$h_{сер}$	h_{max}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продовження таблиці Ж.17

I , ‰	Спосіб вимірювання витрати води	Спосіб обчислення витрати води	Спосіб вимірювання R	Метод обчислення R	Метод обчислення
11	12	13	14	15	16
-	Млинком	Аналітичний	Детальний, батометром	Аналітичний	Аналітичний

Навчальне електронне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт
з навчальної дисципліни
«Геодезичне забезпечення моніторингу водних екосистем»
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Укладачі: **Яров Ярослав Сергійович**, ст. викл.
Гращенко Тетяна Валеріївна, ст. викл.

Видавець і виготовлювач
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
тел./факс: (0482) 32-67-35
E-mail: info@odeku.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 5242 від 08.11.2016