

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

ГІДРОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Одеса-2005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Збірник методичних вказівок
до виконання лабораторних робіт

ГІДРОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

з дисципліни: “Методи гідрометеорологічних вимірювань”
для студентів II курсу гідрометеорологічного факультету
Напрямок підготовки: гідрометеорологія
Спеціальності: усі спеціальності

“Затверджено”
на засіданні методичної комісії інституту
Протокол № 9 від 30.06 2005 р.

ОДЕСА 2005

Гідрологічні вимірювання. Збірник методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Методи гідрометеорологічних вимірювань”. / Колодеєв Є.І., Гриб О.М. – Одеса, ОДЕКУ, 2005. – 64 с.

Методичні вказівки призначені для студентів II курсу денної форми навчання за спеціальністю “Гідрометеорологія”.

Редагування збірника виконано д.г.н., проф. Іваненко О.Г

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	5
1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 “РІВНЕВІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ”	5
1.1 СИСТЕМА РІВНЕВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ І ОБЛАДНАННЯ ВОДОМІРНИХ ПОСТІВ.....	5
1.1.1 Система відліків і позначок на водомірному посту.....	5
1.1.2 Обладнання простих водомірних постів.....	6
1.1.3 Самописні водомірні пости.....	6
1.2 ПРОЕКТУВАННЯ ВОДОМІРНИХ ПОСТІВ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА РІВНЯМИ ВОДИ І ОБРОБКА ОДЕРЖАНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	7
1.2.1 Дослідження для проектування водомірних спостережень.....	7
1.2.2 Проектування пальових та рейкових водомірних постів.....	7
1.2.3 Стандартна обробка даних строкових рівневих спостережень за місяць.....	8
1.2.4 Обробка стрічок самописів.....	9
1.3 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 1.....	10
2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 “ПРОМІРИ ГЛИБИН”	11
2.1 МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРОМІРІВ ГЛИБИН.....	11
2.1.1 Дискретний метод промірів глибин.....	11
2.1.1.1 Прилади.....	11
2.1.1.2 Координування промірів.....	12
2.1.2 Метод безперервної зйомки глибин.....	12
2.1.2.1 Ехолоти.....	12
2.1.2.2 Координування промірів ехолотом.....	12
2.2 ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ ПРОМІРНИХ РОБІТ.....	13
2.2.1 Побудова профілю водного перерізу водойми.....	13
2.2.2 Розрахунок морфометричних характеристик.....	13
2.2.3 Обробка ехограм.....	14
2.3 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 2.....	15

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3	
“ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ”	16
3.1 МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТЕЙ	
ТЕЧІЇ ВОДИ.....	16
3.1.1 Методи вимірювання швидкостей течії води.....	16
3.1.1.1 Точковий метод.....	17
3.1.1.2 Інтеграційний метод.....	17
3.1.2 Прилади для вимірювання швидкості руху води.....	18
3.1.2.1 Гідрометричні поплавці.....	18
3.1.2.2 Гідрометричні млинки.....	19
3.1.3 Тарування гідрометричних млинок.....	21
3.2 ОБРОБКА ДАНИХ, ОТРИМАНИХ ПРИ ВИМІРЮВАННІ	
ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ.....	21
3.2.1 Визначення середніх швидкостей руху води у точці,	
на вертикалі та у поперечному перерізі потоку.....	21
3.2.2. Визначення напрямку гідрометричного створу за даними	
вимірювання швидкості течії води поверхневими	
поплавцями.....	23
3.3 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 3.....	24
4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4	
“ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ”	24
4.1 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ.....	25
4.1.1 Безпосередні і посередні методи.....	25
4.1.2 Способи вимірювання витрат води за допомогою	
гідрометричного млинка.....	25
4.1.3 Вимірювання витрат води поверхневими поплавцями.....	25
4.2 ОБЧИСЛЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ.....	26
4.2.1 Розрахунки витрат води, вимірюваних за допомогою	
поверхневих поплавців графоаналітичним методом.....	26
4.2.2 Обчислення витрат води, вимірюваних гідрометричним	
млинком.....	27
4.3 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 3.....	27
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	28
ДОДАТОК.....	29

ВСТУП

Цей збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни “Методи гідрометеорологічних вимірювань” включає розділи які передбачені робочим планом даного курсу, тобто: рівневі спостереження, проміри глибин, виміри швидкостей та розрахунок витрат води.

Окремі завдання відносяться до проектно-організаційних, методичних та розрахунково-графічних задач по вказаним розділам.

Ця методична розробка призначена для забезпечення самостійної роботи при виконанні завдань даного збірника і складається з коротких пояснень суттєвих положень розглянутих питань та більш широкого кола посилань на учбові посібники та іншу методичну літературу, яка має конкретні приклади вирішення наведених задач.

В даному збірнику є вісім варіантів початкових даних для кожного виду завдань.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 “РІВНЕВІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ”

Рівневі спостереження являють собою виміри рівня води у водоймі в визначеному місці у конкретний час. Це місце відповідатиме чинним вимогам і обладнується спеціальними пристроями або спорудами та має назву – *водомірний пост (водпост)*.

Серед різних типів водомірних постів найбільш розповсюдженими є **прості водпости**, до яких відносяться рейкові, пальові і змішані (рейково-пальові).

Вибір типу постів визначається амплітудою коливання рівнів води в водоймі, профілем берегового схилу, особливостями гідрологічного режиму (паводковий, льодовий та інше), наявністю гідротехнічних споруд.

1.1 СИСТЕМА РІВНЕВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ І ОБЛАДНАННЯ ВОДОМІРНИХ ПОСТІВ

1.1.1 Система відліків і позначок на водомірному пості

Рівневі спостереження на водомірних постах виконують відносно умовної площини, так званого “**нуля графіку поста**”, висотна відмітка якої є постійною для всього періоду існування поста.

Нуль графіка поста призначають $\geq 0,5$ м нижче самого низького історичного рівня води в даному створі. При малих глибинах русла

відмітка нуля графіка поста може дорівнювати по мінімальній позначки дна в створі поста або трохи нижче неї.

Висотне положення нуля графіка поста визначається нівелюванням від репера водомірного поста.

Окрім нуля графіка поста вживається поняття “**нуля спостережень**”, яке відповідає висотній площині, від якої виконується відлік рівня води в час спостереження. На рейковому водпосту - це площина нуля рейки, а на пальовому – площина поверхні палі, на якій проводять спостереження.

При експлуатації водомірних постів вводиться поняття “**приводки**” паль або рейок – перевищення нулів спостережень (паль або рейок) над нулем графіка поста. **Приводки** паль (рейок), як і **відліки** рівнів, призначаються *в сантиметрах*.

“Нуль графіка поста”, “нулі спостережень” і “приводки” водомірних пристроїв – це є елементи *системи відліків і відміток на водомірному посту*.

Детальний опис системи відліків і відміток на водомірному посту наведено в літературі: [1], стор. 4-7; [2], стор. 3, 7; [3], стор. 23-26; [4], стор. 11, 39-40; [5], стор. 28-30; [6], стор. 25-27; [7], стор. 6-7; [8], стор. 65-66.

1.1.2 Обладнання простих водомірних постів

Водомірні пости, незалежно від їхнього типу, комплектуються водомірними пристроями (відповідно типу і виду) та реперами.

Водомірні пристрої безпосередньо використовуються для вимірювання рівня води, а репери – для контролю висотної системи рівневих спостережень (нуля графіка поста та нулів спостережень).

Палі розташовують на береговому схилі перпендикулярно до напрямку русла річки від максимальних відміток берегу до мінімальних. Палі звичайно розміщують так, щоб перевищення поверхонь головок суміжними паль були не більш *0,8 м*, а до поверхні схилу вони не були ближче *10-15 см*. Перша та остання палі повинні бути, відповідно, вище і нижче максимального та мінімального історичних рівнів приблизно на *25-50 см*.

Детальний опис обладнання простих водпостів наведено в літературі: [1], стор. 8-16; [2], стор. 3; [3], стор. 26-31; [4], стор. 11-16; [5], стор. 20-24; [6], стор. 28-33; [8], стор. 66-67.

1.1.3 Самописні водомірні пости

Це пости оснащення яких дозволяє безперервно реєструвати коливання рівнів води. Їх ще називають самописними водомірними постами. Вони мають таку назву тому, що обладнанні *самописами рівнів води (СРВ)*. СРВ необхідні при значному добовому ході рівня води в

річках, різких його коливаннях при проходженні дощових паводків, змінно-нагінних явищах, а також при змінах водного режиму під впливом режиму роботи гідротехнічних споруд.

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

Детальний опис СРВ наведено в літературі: [1], стор. 16-21; [3], стор. 38-48; [4], стор. 213-227; [5], стор. 24-28; [6], стор. 39-50; [8], стор. 69-72.

1.2 ПРОЕКТУВАННЯ ВОДОМІРНИХ ПОСТІВ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА РІВНЯМИ ВОДИ І ОБРОБКА ОДЕРЖАНИХ МАТЕРІАЛІВ

1.2.1 Дослідження для проектування водомірних спостережень

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

1) здійснюють вибір ділянки для поста і роблять нівелювання берегового схилу та проміри глибин в руслі річки в обраному створі;

2) проектують пальовий (рейковий) водомірний пост за даними історичних екстремальних рівнів води (максимального і мінімального) та з урахуванням профілю берегового схилу;

3) обладнують водпост, здійснюють прив'язку репера поста до пунктів державної геодезичної мережі (*у метрах БС*) і роблять нівелювання усіх постових пристроїв.

Детальний опис досліджень для проектування водомірних спостережень наведено в літературі: [1], стор. 7; [2], стор. 3-4; [3], стор. 51-58; [5], стор. 16-20; [6], стор. 53-58; [8], стор. 12-13.

1.2.2 Проектування пальових та рейкових водомірних постів

Для проектування рівневого поста необхідна наступна інформація:

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

При проектуванні потрібно зробити:

1) обробити дані нівелювання;
2) дані промірів перевести в єдину систему висот (відміток) з даними нівелювання;
3) побудувати профіль берегового схилу;
4) виконати проектування пальового (рейкового) водомірного поста (вибрати місце встановлення рейки або паль), тобто визначити координати

постових пристроїв – відстань від постійного початку і позначку “нуля спостережень”.

Побудований профіль берегового схилу доповнюють горизонтальними лініями максимального та мінімального рівня 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.

Детальний опис проектування палювих та рейкових водомірних постів наведено в літературі: [1], стор. 8, 10; [2], стор. 4-13; [3], стор. 26-31; [5], стор. 20-24; [6], стор. 28-33; [7], стор. 5-8.

1.2.3 Стандартна обробка даних строкових рівневих спостережень за місяць

У процесі експлуатації водпоста виконуються рівневі спостереження і здійснюється стандартна обробка водомірної книжки **КГ–1М**.

Приведений рівень води над “0” графіка водпоста розраховують 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 (із строкових спостережень) 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 у 8-ій годині при однострокових спостереженнях приймається як добовий. При багатострокових спостереженнях через рівні проміжки часу розрахунковий рівень одержують як середній із всіх вимірів. В тому випадку, якщо проміжки часу між спостереженнями різні, середньодобовий рівень одержують як середньозважену величину по проміжках часу між строками спостережень.

Детальний опис обробки матеріалів строкових спостережень над рівнями води на водомірних постах наведено в літературі: [1], стор. 29-30; [2], стор. 21-23; [3], стор. 65-66; [4], стор. 39-43; [5], стор. 36-37; [6], стор. 65-67, 70-71; [7], стор. 16-23; [8], стор. 87-88.

1.2.4 Обробка стрічок самописів

Надійність визначення середньодобового рівня води, в випадках складного водного режиму, може бути забезпечена безперервним записом змін рівня на стрічці СРВ.

Обробку стрічки СРВ можна виконувати двома способами:

1) через рівні проміжки часу; 2) по характерних точках.

Перший спосіб використовується при відносно плавному та однозначному ході рівня. Середній добовий рівень розраховується як середнє арифметичне із рівнів, які зняти з стрічки СРВ через рівні проміжки часу.

Другий спосіб застосовується при складних умовах водного режиму і заснований на фіксації переломних точок запису ходу рівня, між якими зміни рівня практично постійні (відрізок на стрічці – відносно пряма лінія).

Середній добовий рівень визначається за формулою (1.1):

$$H_{\text{сер.доб.}} = \frac{\frac{H_1 + H_2}{2} \cdot T_{1-2} + \frac{H_2 + H_3}{2} \cdot T_{2-3} + \dots + \frac{H_{n-1} + H_n}{2} \cdot T_{(n-1)-n}}{24}, \quad (1.1)$$

де H_1, H_2, \dots, H_n – висота рівня в характерних (переломних) точках; $T_{1-2}, T_{2-3}, \dots, T_{(n-1)-n}$ – проміжки часу між сусідніми характерними точками.

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

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

Детальний опис обробки стрічок СРВ наведено в літературі: [1], стор. 30-31; [2], стор. 23-24; [3], стор. 64-65; [4], стор. 43-47; [5], стор. 37; [6], стор. 67-71; [8], стор. 88-89.

Матеріали водомірних спостережень після обробки на водпосту, аналізу і контролю на станції, підготовлюють до друку в таблиці “Щоденні рівні води” в виданні “Водний кадастр”. Для кожного поста також друкується значення відмітки “нуля графіка поста”, що знімає проблему умовності величини рівня води. Додавши до величини приведенного рівня значення відмітки “нуля графіка поста” у метрах БС, можна визначити значення рівнів води в діючій абсолютній системі висот, що необхідно для сфери дослідницької та проектної діяльності.

1.3 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 1

ЗАВДАННЯ № 1. Скласти теоретичну записку до роботи № 1 шляхом відповідей на наступні контрольні питання:

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

При виконанні цього завдання слід використовувати методичні вказівки та літературу, на яку зроблені посилання у кожному розділі роботи.

ЗАВДАННЯ № 2. Побудувати профіль берегового схилу за даними технічного нівелювання і промірів глибин.

Початкові дані та варіанти завдання: додаток, табл. 1.1.

ЗАВДАННЯ № 3. З врахуванням екстремальних історичних рівнів призначити відмітку «нуля графіка поста» і запроектувати положення паль на береговому схилі та визначити їх «приводки».

Початкові дані та варіанти завдання: побудований у завданні №2 цієї роботи профіль берегового схилу та дані табл. 1.1 з додатку.

ЗАВДАННЯ № 4. Обробіть водомірну книжку КГ–1М.

Початкові дані та варіанти для виконання завдання: додаток, табл. 1.2, 1.3.

ЗАВДАННЯ № 5. Обробіть стрічки СРВ двома способами та порівняйте отримані середньодобові рівні.

Початкові дані та варіанти для виконання завдання: додаток, табл. 1.4, рис. 1.1 та рис. 1.2.

ПРИМІТКА: розв’язання цих задач розглядається у літературі, посилання на яку наведено вище по тексту методичних вказівок.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 “ПРОМІРИ ГЛИБИН”

Проміри глибин – це вид гідрологічних вимірів, який дозволяє отримати інформацію про відстань від поверхні води до дна, тобто *глибину* даної водойми.

При виконанні промірів глибин виконується наступний комплекс робіт:

- 1) розбивається магістраль і промірні створи;
- 2) визначається положення промірних точок на плані;
- 3) знімаються рівні води на початку та по завершенню промірних робіт (на основному або/та тимчасовому водомірному посту);
- 4) вимірюються глибини у створі;
- 5) одночасно визначається характер ґрунту дна водойми.

2.1 МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПРОМІРІВ ГЛИБИН

Проміри глибин виконують двома методами: **дискретним методом** (глибини вимірюються в окремих точках) та **методом безперервної зйомки глибин**, які реалізуються, в залежності від використаних приладів, *механічними, гідростатичними та акустичними способами*.

Детальний перелік методів та засобів виконання промірів глибин приведено в літературі: [1], стор. 31-32; [2], стор. 28-29; [5], стор. 52-53; [6], стор. 76.

2.1.1 Дискретний метод промірів глибин

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

2.1.1.1 Прилади

До приладів для вимірів глибин *механічним способом в окремих точках* відносяться – жердина гідрометрична, гідрометрична штанга, ручний лот, переносні рейки (водомірні та нівелірні), механічний лот.

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

Детальний опис приладів для виконання промірних робіт дискретним методом наведено в літературі: [1], стор. 32-39; [2], стор. 28-29; [3], стор. 72-77, 79-80; [4], стор. 107-115; [5], стор. 53-59; [6], стор. 76-82; [8], стор. 117-120.

2.1.1.2 Координування промірів

Координування промірів глибин, при використанні дискретного методу – це є визначення місця положення промірних вертикалей відносно обраного базису, тобто безпосередній вимір відстаней від постійного початку промірного створу до точок на яких виконується проміри глибин у водоймі.

Найпростіше координування промірних точок виконується за допомогою мірної стрічки або рулетки, розміченого канату або тросу.

Координування промірів також виконується *за допомогою геодезичних методів* з використанням теодолітів, мензул або сектанту.

Детальний опис методів координування промірів глибин дискретним методом наведено в літературі: [1], стор. 40-45; [2], стор. 29-30; [3], стор. 80-86; [4], стор. 107-108; [5], стор. 63-66; [6], стор. 86-93.

2.1.2 Метод безперервної зйомки глибин

Більш детальний та точний профіль дна дає безперервний метод зйомки глибин з використанням акустичних засобів промірних робіт в гідрометричних створах водойми.

2.1.2.1 Ехолоти

При безперервній зйомці глибин у водоймі широко використовуються гідрометричні акустичні прилади, які мають назву – **промірні ехолоти з самописом**, основними перевагами яких є швидкість, точність та простота вимірювання глибин.

Найчастіше, при промірних роботах на водних об'єктах суші, використовують наступні ехолоти з самописами: ІРЕЛ, “Кубань” та інші.

Детальний перелік та опис ехолотів для зйомки глибин безперервним методом наведено в літературі: [1], стор. 39-40; [2], стор. 29; [3], стор. 77-79; [5], стор. 59-63; [6], стор. 81-84; [8], стор. 120-123.

2.1.2.2 Координування промірів ехолотом

Для координування промірів глибин в гідрометричному створі з 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 таке інше), та забезпечують подальшу обробку ехограм.

Детальний опис координування промірів ехолотом при безперервній зйомці глибин наведено в літературі: [1], стор. 45-47; [2], стор. 29, 42; [3], стор. 87-89; [5], стор. 66-68; [6], стор. 93-96.

2.2 ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ ПРОМІРНИХ РОБІТ

При обробці матеріалів промірних робіт по вимірним даним виконується **графічна побудова профілів** поперечного перерізу по окремих створах водойми та викреслюється **таблиця розрахункових морфометричних характеристик** русла в створі.

Ця форма подання інформації о глибинах водойми є найбільш зручною для аналізу та подальшого використання даних промірів.

Детальний перелік методів обробки матеріалів промірних робіт наведено в літературі: [1], стор. 48-50; [2], стор. 30, 37; [3], стор. 90-91; [5], стор. 71-76; [6], стор. 96-97.

2.2.1 Побудова профілю водного перерізу водойми

Побудова профілю водного перерізу водойми **виконується** в визначених вертикальному та горизонтальному масштабах **на міліметровому папері формату А-4 (210×297 мм)**, по вертикальній вісі відкладається **глибина до дна** (зверху вниз), а по горизонтальній вісі – **відстані від постійного початку**.

На профілі лінією відмічається **положення робочого рівня та його відмітка** (в умовних метрах або метрах БС), а під графіком у вигляді **таблиці**, у відповідних місцях рядків, **записуються**:

- номери промірних вертикалей;
- відстані від постійного початку (в метрах);
- глибини на промірних вертикалях (в метрах);
- відмітки дна на промірних вертикалях (в метрах БС);
- характер ґрунту дна.

Детальний опис побудови профілю водного перерізу водойми наведено в літературі: [1], стор. 49-50; [2], стор. 30-33; [3], стор. 91; [5], стор. 71-72; [6], стор. 97; [7], стор. 34-35.

2.2.2 Розрахунок морфометричних характеристик

Зліва від профілю викреслюється **таблиця морфометричних характеристик** в промірному створі водойми.

Морфометричними характеристиками, які використовуються для подальшого наукового аналізу та господарських розрахунків, є :

- робочий рівень води, *см*;
- площа водного перерізу, *м²*;
- ширина річки, *м*;
- середня глибина, *м*;
- змочений периметр, *м*;
- гідравлічний радіус, *м*;
- найбільша глибина, *м*.

Детальний опис та способи обчислення морфометричних характеристик наведено в літературі: [1], стор. 50-51; [2], стор. 30-37; [3], стор. 91-94; [5], стор. 72-73; [6], стор. 97-99; [7], стор. 34-39.

2.2.3 Обробка ехограм

В результаті вимірів глибин ехолотами, які обладнані самописами, повинні бути отримані наступні дані:

- 1) **ехограма** – лінія дна водойми в промірному створі (записана самописом ехолота на спеціальному електротермічному папері в обраному масштабі);
- 2) **вертикальний масштаб** запису глибин (*M_{верт.}*);
- 3) **довжина базису** (*L, м*) – відстань від місця стоянки геодезичного приладу (теодоліту або мензули) до промірного створу;
- 4) **кути** між базисом та напрямками на точки контрольних позначок, які відмічені на ехограмі (*α_i, °*);
- 5) дані **рівневих спостережень** за час проведення промірів.

Вертикальній вісі ехограми відповідає глибина, визначити яку, можна за допомогою сітки ехограми або лінійки з використанням вертикального масштабу.

Горизонтальній вісі ехограми відповідають відстані в промірному створі, які визначають з використанням контрольних кутомірних позначок та довжини базису.

Обробка ехограми виконується в наступній послідовності:

- 1) визначаються **дійсні відстані** (*B_{i дійс.}, м*) між контрольними позначками та базисом за формулою (2.1):

$$B_{i \text{ дійс.}} = L \cdot \operatorname{tg} \alpha_i; \quad (2.1)$$

- 2) визначають **дійсні відстані між суміжними** контрольними позначками (*b_{i дійс.}, м*) за формулою (2.2):

$$b_{i \text{ дійс.}} = B_{i \text{ дійс.}} - B_{i-1 \text{ дійс.}}; \quad (2.2)$$

- 3) вимірюються *відстані між позначками на ехограмі* ($b_{i \text{ ехогр.}}$, см);
- 4) перевівши дійсні відстані з метрів в сантиметри, *визначають горизонтальний масштаб* ($M_{i \text{ гориз.}}$ 1: $m_{i \text{ гориз.}}$) кожної ділянки між точками контрольних позначок на ехограмі та виписують їх у відповідні ділянки, де $m_{i \text{ гориз.}}$ знаходять за формулою (2.3):

$$m_{i \text{ гориз.}} = \frac{b_{i \text{ дійс.}}}{b_{i \text{ ехогр.}}}; \quad (2.3)$$

- 5) на ехограмі *призначають характерні точки* переломів лінії дна (у тому числі урізи берегів) та *нумерують їх*;
- 6) з використанням горизонтальних масштабів окремих ділянок ехограми *визначають відстані від постійного початку* (магістралі, базису) *до кожної характерної точки*;
- 7) використовуючи вертикальний масштаб *визначають дійсні глибини в характерних точках*;
- 8) з врахуванням зрізання рівня води *складають таблицю промірів*;
- 9) *викреслюють профіль* поперечного перерізу з прийнятими вертикальним і горизонтальним *масштабами* та *розраховують* основні *морфометричні характеристики* (побудову та розрахунки виконують з використанням того ж алгоритму, як і при обробці матеріалів дискретних промірів глибин).

Опис цього та інших методів обробки ехограм та подальшої побудови профілю наведено в літературі: [2], стор. 42-45; [3], стор. 97-99; [5], стор. 76-77; [6], стор. 104-106; [7], стор. 52-55.

2.3 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 2

ЗАВДАННЯ № 1. Скласти теоретичну записку до роботи № 2 шляхом відповідей на наступні контрольні питання:

1. Які виміри і спостереження входять до складу промірних робіт?
2. Методи виконання промірних робіт та прилади і пристрої для їх виконання.
3. Якими методами та приладами виконується координування промірних робіт?
4. Які основні морфометричні характеристики русла визначають по поперечних профілях?
5. З якою метою застосовують зрізання рівня води і як це здійснюється?

При виконанні цього завдання слід використовувати методичні вказівки та літературу, на яку зроблені посилання у кінці кожного розділу роботи.

ЗАВДАННЯ № 2. Побудувати профіль водного перерізу водойми за даними промірів глибин.

Початкові дані та варіанти завдання: додаток, табл. 2.1 – 2.8.

ЗАВДАННЯ № 3. Розрахувати морфометричні характеристики та виписати їх у вигляді таблиці зліва від профілю.

Початкові дані та варіанти завдання: дані табл. 2.1 – 2.8 додатку та побудований у завданні №2 цієї роботи профіль водного перерізу водойми.

ЗАВДАННЯ № 4. Зробити обробку ехограми.

Початкові дані та варіанти завдання: додаток, табл. 2.9, рис. 2.1 та рис. 2.2.

ПРИМІТКА: розв’язання цих задач виконується відповідно алгоритмів обробки, приведених у розділах методичних вказівок, та розглядається у літературі, посилання на яку наведено вище по тексту.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 “ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ”

Вимірювання швидкості руху води виконуються при визначенні витрат води, дослідженнях швидкісного поля потоку, руслових деформацій та в інших випадках.

3.1 МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ

Для вимірювання швидкості течії води використовують методи і прилади, засновані на різних фізичних принципах.

3.1.1 Методи вимірювання швидкостей течії води

В гідрометричних роботах для вимірювання швидкості руху води найчастіше застосовують наступні методи та прилади:

- метод, заснований на реєстрації плавучого тіла, де приладами є різного виду поплавці (поверхневі, глибинні або поплавці-інтегратори);
- метод, заснований на реєстрації числа обертів лопатевого гвинта (ротора); приладами для вимірювання цим методом є гідрометричні млинки.

Вимірювання швидкості течії за допомогою гідрометричних млинок виконують на швидкісних вертикалях і поділяють на *точкові* та *інтеграційні*.

Детальний перелік методів вимірювання швидкостей течії води наведено в літературі: [1], стор. 63-65; [3], стор. 107-108; [5], стор. 88-89; [6], стор. 114-115.

3.1.1.1 Точковий метод

По *робочій глибині* (h) розраховують глибини занурення млинка в точках на вертикалях. Кількість точок на вертикалі залежить від прийнятого способу, який може бути детальним (багатоточковим), основним та скороченим.

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 глибині від поверхні води або на відстані від дна **не менш 0,15 м**, для того, щоб виключити перекручення показників приладу під впливом вітру, хвилювання та пливучих тіл, а також донних гряд та нерівностей;

2) при появі в руслі водної рослинності та під льодовим покривом до п'яти вказаних точок додається **шоста** – на $0.4 \cdot h$; в цьому випадку, при льодовому покриві, точка **біля поверхні** замінюється точкою **біля нижньої поверхні льоду**;

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

Вимір швидкості в точці прийнято робити протягом **не менш 100 секунд**.

При основному та скороченому засобах швидкості вимірюються:

1) в **двох точках** 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 в **одній точці** – на $0.6 \cdot h$, при вільному руслі або $0.5 \cdot h$, при льодовому покриві чи водяній рослинності.

При основному способі виміру витрати обмежуються записом **загального числа сигналів і загальної тривалості виміру (не менш 100 секунд)**, інколи, за певних умов і достатній вивченості водного об'єкту, тривалість виміру зменшують **до 60 секунд**.

Цей метод вимірювання швидкостей течії води також наведено в літературі: [1], стор. 81-82; [3], стор. 181-185; [4], стор. 125-132; [5], стор. 105-106, 126-127; [6], стор. 185-188; [8], стор. 123-125.

3.1.1.2 Інтеграційний метод

Вимірювання 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 на шляху їх інтеграції за час переміщення млинка. При інтеграційному засобі можуть бути поєднані виміри глибини та середньої швидкості на вертикалі.

Для інтеграційного вимірювання швидкості використовують спеціально розроблений прилад “Інтегратор ГР-101”, який складається з вимірювального пульта, лебідки та 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.

Інтеграційний метод виміру швидкостей течії води детально наведено в літературі: [1], стор. 83; [3], стор. 185-188; [4], стор. 146-151; [5], стор. 106-108, 127; [6], стор. 188-193.

3.1.2 Прилади для вимірювання швидкості руху води

В залежності від обраної методики, використовують відповідні прилади для вимірювань швидкості течії водного потоку.

3.1.2.1 Гідрометричні поплавці

В гідрометрії поплавці використовуються для вимірювання швидкості течії з припущенням, що швидкість течії дорівнюється швидкості руху поплавця.

В залежності від умов використання поплавці можуть бути: **поверхневими, глибинними та інтегруючими.**

Поверхневі поплавці – використовуються для вимірів *швидкостей та напрямку течії* води *на поверхні*. Вони виробляються у вигляді *кружків* з сухої деревини діаметром *15 - 30 см*, товщиною *3 – 5 см* (для річок шириною $B < 100$ м), або у вигляді *хрестовин* з дощок, довжиною *30 – 60 см*, товщиною *3 – 5 см*, висотою *15 - 20 см* (при $B = 100 \div 300$ м). Щоб вони були добре помітними, їх *обладнують прапорцями*, а для стійкості знизу підвішують *грузило*.

Поверхневі поплавці **не слід застосовувати** у вітряну погоду, **при швидкості вітру більш 6 м/с**.

Виміряна цими поплавцями швидкість є середньою по траєкторії руху поплавця і її приймають за місцеву швидкість в точці перетину ліній створу та траєкторії поплавка. Дійсна місцева швидкість може відрізнитися від швидкості виміряної поверхневим поплавцем.

Глибинні поплавці – застосовують *для вимірювання швидкості і напрямку течії на деякій глибині*. Такі поплавці *складаються з двох* –

поверхневого і глибинного, зв'язаних тонким шпагатом. Верхній поплавець невеликого розміру є показником руху всієї системи і приймається за швидкість течії на глибині нижнього поплавця. Глибинні поплавці частіше всього застосовуються для вимірів малих швидкостей, які не можуть бути виміряні гідрометричним млинком.

Поплавці-інтегратори – використовуються для визначення *середньої швидкості течії на вертикалі*. Поплавок занурюють до дна і потім в заданий час відпускають. Підйом поплавця-інтегратора від дна на поверхню проходить під дією сил Архімеда, а рух по напрямку потоку – під дією течії. **Середня швидкість течії на вертикалі (V_i)** дорівнює:

$$V_i = \frac{V_{\epsilon j}}{h_i} \cdot l_i, \quad (1.1)$$

де $V_{\epsilon j}$ – швидкість вертикального підйому поплавця, j – номер поплавця, l_i – відстань від вертикалі до точки де вплив поплавець, h_i – глибина на вертикалі, i – номер швидкісної вертикалі.

Швидкість вертикального підйому ($V_{\epsilon j}$) визначається заздалегідь для кожного поплавця (j) дослідним шляхом *в стоячій воді*. Для поплавців-інтеграторів застосовують пухляки з парафіну, пластмаси, дерева, а також масляні краплі чи бульки повітря, питома вага яких менше одиниці.

Детально гідрометричні поплавці показано в літературі: [1], стор. 79-83; [3], стор. 144-150; [4], стор. 139-140; [5], стор. 108-111; [6], стор. 148-153.

3.1.2.2 Гідрометричні млинки

Гідрометричні млинки – це прилади для вимірювання швидкості течії у відкритих потоках, яка визначається в залежності від числа обертів лопатевого гвинта (ротору).

Гідрометричні млинки поділяють:

- *по конструкції ротора* (з лопатевим гвинтом, утвореним гвинтовою поверхнею та з ротором у вигляді конусоподібних чашок);
- *по визначенню кількості обертів ротору* (за допомогою контактних пристроїв з періодичною звуковою та світловою сигналізацією, або лічильником числа обертів гвинта);
- *по засобам опускання в воду* (використовуються як з допомогою штанги, так з тросом, або є універсальними).

Основними **конструкційними елементами млиноків є** :

- 1** – ходова частина з лопатевим гвинтом та контактним механізмом;
- 2** – корпус;
- 3** – стабілізатор напрямку;
- 4** – сигнальний пристрій.

Ходова частина млинка – є складним, головним вузлом, який забезпечує вимірювання швидкості. **Замикання контактів** відбувається через визначене число обертів з світловим чи звуковим сигналом, або імпульсом, який фіксується у лічильно-імпульсному механізмі.

У корпусі млинка об'єднуються окремі його частини, а також забезпечується кріплення млинка на штанзі чи на тросі, в останньому випадку використовують вертлюг, яким комплектується прилад. Закріплюється ходова частина у корпусі вертушки з допомогою стопорного гвинта.

Для утримання млинка в напрямку течії використовують **стабілізатор напрямку**, який закріплюється в задній частині корпусу.

Сигнальний пристрій служить для передачі сигналів при замиканні контактів млинка. Найчастіше, застосовується сигналізація через лампочку або дзвінок, до якого підведені проводи від двох клем на передній частині корпусу млинка, також використовується лічильно-імпульсний механізм.

Найбільш важливими **параметрами та властивостями гідрометричних млиноків**, які мають практичне значення, є:

1) **геометричний крок лопатевого гвинта** – рівний кроку гвинтової лінії, яка збігається з зовнішнім краєм лопоті;

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

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

4) **компонентність млинка** – це здатність млинка реєструвати повздовжню складову швидкості потоку при косоструйній течії (при вимірюванні швидкостей води на гідрометричних створах млинка розміщують на штанзі так, щоб вісь була перпендикулярна напрямку створу; млинок, який може виміряти проекцію вектора швидкості (компонент вектора), зветься **компонент-млинком**).

Для виміру швидкостей течії найчастіше використовують гідрометричні млинки типу **ГР-21М, ГР-55, ГР-99** та **“ИСТ”** (що в перекладі з російської є – **вимірювач швидкості течії**).

Зображення, детальний опис та характеристики гідрометричних млиноків наведено в літературі: [1], стор. 65-77; [3], стор. 108-133; [4], стор. 229-259; [5], стор. 89-105; [6], стор. 115-139.

3.1.3 Тарування гідрометричних млинків

Таруванням (або градуванням) гідрометричних млинків називають визначення залежності між швидкістю течії води та числом обертів лопатевого гвинта за секунду, яке виконується дослідним шляхом.

Відповідно вимогам метрології усі млинки після їх виготовлення чи після їх експлуатації на протязі деякого періоду підлягають таруванню. Тарування млинків проводиться в нерухомій воді з допомогою їх буксировці з різними швидкостями. Це відбувається в спеціальних каналах та басейнах, які бувають прямолінійні, кругові, кільцеві та інші. Найбільш прийнятими є умови, коли ширина каналу *не менше 3 м*, а прилад розміщують на відстані *0,6 м* від поверхні, стінок та дна.

Обробка результатів тарування млинків може виконуватись графічним або аналітичним способами. У будь-якому випадку для використання млинка у гідрологічних вимірах і послідовних обробках результатів потрібно мати **робочу таблицю перекладу** однієї розмірності (*обертів за секунду*) у другу (*метри за секунду*).

Детальний опис методів тарування та обробки його результатів наведено в літературі: [1], стор. 77-78; [2], стор. 53-57; [3], стор. 133-144; [5], стор. 365-370; [6], стор. 139-146; [7], стор. 61-64.

3.2 ОБРОБКА ДАНИХ, ОТРИМАНИХ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ

Обробка даних вимірювання швидкості течії води залежить від методу вимірювання та використаних приладів. Результати цієї обробки в подальшому потрібні для визначення витрат води та вирішення інших наукових і господарських задач.

3.2.1 Визначення середніх швидкостей руху води у точці, на вертикалі та у поперечному перерізі потоку

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 вимірюванні швидкості руху води млинками *ГР-21М* або *ГР-55* підраховується **число сигналів** (s_i) і **час виміру швидкості в кожній точці** на вертикалі (t_i), для подальшого розрахунку **суми обертів гвинта** (N_i) виходячи з того, що для цих млинків **число обертів між сигналами** (Z_i) дорівнює **20**:

$$N_i = Z_i \cdot s_i. \quad (2.1)$$

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**:

$$n_i = \frac{N_i}{t_i} . \quad (2.2)$$

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

Отримав швидкості у кожній точці на вертикалі обчислюється **середня швидкість на вертикалі** ($V_{cp.j}$, м/с), **графічним або аналітичним способами**. Найчастіше вона визначається **аналітичним методом**, в залежності від числа точок на вертикалі, окремо для випадків:

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

При вільному руслі розрахунки здійснюються за формулами:

$$V_{cp.5} = 0,050 \cdot V_{нов} + 0,347 \cdot (V_{0.2} + V_{0.6}) + 0,173 \cdot V_{0.8} + 0,083 \cdot V_{дно}; \quad (2.3)$$

$$V_{cp.5} = 0,1 \cdot (V_{нов} + 3 \cdot V_{0.2} + 3 \cdot V_{0.6} + 2 \cdot V_{0.8} + V_{дно}); \quad (2.4)$$

$$V_{cp.10} = 0,1 \cdot (V_{нов} + V_{0.2} + V_{0.3} + V_{0.4} + V_{0.5} + V_{0.6} + V_{0.7} + V_{0.8} + V_{0.9} + V_{дно}); \quad (2.5)$$

$$V_{cp.2} = (V_{0.2} + V_{0.8}) / 2; \quad (2.6)$$

$$V_{cp.1} = V_{0.6}; \quad (2.7)$$

$$V_{cp.1} = K \cdot V_{0.2} . \quad (2.8)$$

Індекси біля швидкостей в приведених формулах відповідають глибинам вимірів. Коефіцієнт K в формулі (2.8) можливо установити шляхом зіставлення швидкості виміряної в точці **0.2·h** та швидкості, розрахованій по формулі (2.4). При відсутності спостережень в п'яти точках, приймається $K \approx 0,9$. **Формула (2.4) застосовується при правильному розподілі швидкості по вертикалі, тобто монотонному її спаданні від поверхні до дна.**

При наявності льодового покриву та рослинності використовують формули:

$$V_{cp.6} = 0,1 \cdot (V_{нов} + 2 \cdot V_{0.2} + 2 \cdot V_{0.4} + 3 \cdot V_{0.6} + 2 \cdot V_{0.8} + V_{дно}); \quad (2.7)$$

$$V_{cp.3}=(V_{0.15}+V_{0.5}+V_{0.8})/3; \quad (2.8)$$

$$V_{cp.2}=(V_{0.2}+V_{0.8})/2; \quad (2.9)$$

$$V_{cp.1}=K \cdot V_{0.5} . \quad (2.10)$$

Середня швидкість руху води у поперечному перерізі потоку ($V_{cp.}$, м/с) розраховується як *середнє вагове по частковим витратам* у даному створі.

Обробка результатів вимірювання швидкості течії за допомогою гідрометричних млиноків також наведено в літературі: [1], стор. 82; [2], стор. 48-53; [3], стор. 191-193; [5], стор. 128-129; [6], стор. 195-196; [7], стор. 64-69, 76-81; [9], стор. 6-8.

3.2.2 Визначення напрямку гідрометричного створу за даними вимірювання швидкості течії води поверхневими поплавцями

Гідрометричним створом називається поперечний переріз потоку по лінії створу, розташований *нормально (перпендикулярно)* до середнього напрямку течії, та на якому вимірюють витрати води.

В першому наближенні цій умові задовольняє поперечник, розбитий на око перпендикулярно загальному напрямку річки. *Для постійних гідрометричних вимірів* напрямок створу необхідно визначити точно.

Найчастіше для точного визначення напрямку гідрометричного створу застосовують **гідрометричні поплавці**.

Визначення напрямку створу виконується в такій послідовності:

- на попередньо обраному створі відповідно до ширини річки намічають швидкісні вертикалі в кількості *не більше 10-15*;
- на усіх швидкісних вертикалях вимірюють швидкості і напрямок течії;
- обчислюють швидкість руху поплавців;
- на міліметровому папері формату А-4 проводяться траєкторії ходу поплавців на вимірювальній ділянці річки;
- будують вектори швидкості ходу поплавців на середньому створі;
- будується векторний багатокутник швидкостей;
- визначається рівнодіюча багатокутника;
- визначається напрямок гідрометричного створу, тобто проводиться нормаль (перпендикуляр) до рівнодіючої багатокутника.

Цей та інші методи визначення напрямку гідрометричного створу наведено в літературі: [1], стор. 90-92; [2], стор. 58-60; [3], стор. 166-171; [6], стор. 170-174; [7], стор. 100-103.

3.3 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 3

ЗАВДАННЯ № 1. Скласти теоретичну записку до роботи № 3 шляхом відповідей на наступні контрольні питання:

1. Методи вимірювання швидкості течії води.
2. Як здійснюються точкові вимірювання 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. Основні характеристики млиноків різних типів?
5. Які гідрометричні поплавці використовують при вимірюваннях швидкостей течії та їх характеристики?
6. Методи тарування гідрометричних млиноків та її результати?
7. Визначення середньої швидкості руху води у точці?
8. Визначення середньої швидкості течії на вертикалі та у поперечному перерізі потоку.
9. Як визначається напрямок гідрометричного створу?

При виконанні цього завдання слід використовувати методичні вказівки та літературу, на яку зроблені посилання у кінці кожного розділу роботи.

ЗАВДАННЯ № 2. Обчислити середню швидкість на вертикалі графічним та аналітичним способами.

Початкові дані та варіанти завдання: додаток, табл. 3.1.

ЗАВДАННЯ № 3. Визначити напрямок гідрометричного створу за даними вимірювання швидкості течії води поверхневими поплавцями.

Початкові дані та варіанти завдання: додаток, табл. 3.2 – 3.9.

ПРИМІТКА: розв'язання цих задач виконується відповідно алгоритмів обробки, приведених у розділах методичних вказівок, та розглянутих у літературі, посилання на яку наведено вище по тексту.

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 “ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ”

Вимірювання витрат води – це визначення об'єму води, який протікає через поперечний переріз потоку за одну секунду (m^3/c або $л/c$).

Визначення витрат води в річці є *найважливішою задачею гідрометрії*, результати якої використовуються для подальшого наукового аналізу та розрахунків в багатьох галузях народного господарства.

4.1 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ

Вимірювання витрат води в водотоках виконують з застосуванням двох методів: 1) *безпосереднє* вимірювання; та 2) *посереднє* визначення витрат води.

Використання того чи іншого методу пов'язано з застосуванням різних приладів та засобів при реалізації задачі по визначенню витрати води.

4.1.1 Безпосередні і посередні методи

Безпосередні (прямі) вимірювання – це визначення витрат води *за допомогою мірної посудини*, яка підставляється під струмінь води, при цьому фіксується час наповнення використаної ємності. Середня витрата знаходиться шляхом поділу об'єму посудини на час її заповнення.

Посередні (непрямі) визначення витрат – це *вимірювання окремих елементів водного потоку*, з використанням яких, шляхом подальших розрахунків, одержують величину витрати.

Вимірювання витрат води за допомогою непрямих методів найчастіше засновано на реалізації методу “**швидкість – площа**”, в якому витрата води отримується з використанням попередньо вимірянних глибин потоку (для визначення площ) та швидкостей течії на гідрометричному створі.

Детальний перелік та опис безпосередніх і посередніх методів вимірювання витрат води наведено в літературі: [1], стор. 85-100; [3], стор. 161-165, 216-256; [5], стор. 114-126, 155-162; [6], стор. 164-169.

4.1.2 Способи вимірювання витрат води за допомогою гідрометричного млинка

Способи вимірювання витрат води за допомогою гідрометричного млинка, заснованих на реалізації методу “**швидкість – площа**”, поділяються аналогічно поділу точкового методу вимірювання швидкостей течії води з використанням гідрометричних млиноків, тобто на: детальний, основний та скорочений способи.

4.1.3 Вимірювання витрат води поверхневими поплавцями

Вимірювання витрат води поверхневими поплавцями реалізується методом “**швидкість – площа**” і найчастіше застосовується при малих швидкостях течії та при льодоході.

Вимірювання витрат виконується на прямолінійній ділянці річки, де попередньо закріплюють створи: пусковий, верхній, середній та нижній.

Швидкості течії вимірюють поверхневими поплавцями (15-20 поплавців) шляхом фіксації часу, за який вони пройшли відому відстань від верхнього до нижнього створу, та місця де вони перетнули середній створ.

У середньому (гідрометричному) створі виконують промірні роботи для подальших розрахунків **площі живого перерізу** між швидкісними вертикалями, які наносяться на графік профілю поперечного перерізу.

Вимірювання швидкостей течії, при використанні цих засобів, наведено в лабораторній роботі № 3, а **вимірювання глибин** на гідрометричному створі (для подальших **розрахунків площ** водного перерізу) – в лабораторній роботі № 2.

4.2 ОБЧИСЛЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ

Обчислення витрат води виконується аналітичними, графічними або графоаналітичним методами та зводиться до визначення об'єму води, який проходить через поперечний переріз потоку за одну секунду.

Вибір технології обчислення залежить від того, які методи, засоби та прилади були використані при практичному вимірі витрат води в потоці.

4.2.1 Розрахунки витрат води, виміряних за допомогою поверхневих поплавців графоаналітичним методом

Розрахунок витрати води, виміряної за допомогою поверхневих поплавців найчастіше проводиться графоаналітичним методом.

Вихідними даними для розрахунку витрати води, виміряної поверхневими поплавцями є:

- 1 – відстань між верхнім та нижнім створами;
- 2 – тривалість ходу поплавців між цими створами;
- 3 – координати місця проходження поплавця у середньому створі (відстань від постійного початку, або кут між магістраллю та точкою, через яку поплавок перейшов середній створ);
- 4 – данні промірів глибин у середньому створі.

Визначення витрати води виконується у наступній послідовності:

- 1 – обчислюють швидкість руху кожного поплавця (поверхневу швидкість течії) за формулою;
- 2 – на міліметровці (або клітчатому папері) викреслюють у обраному масштабі епюру швидкостей руху поплавців;
- 3 – після аналізу епюри призначають швидкісні вертикалі через рівні відрізки;
- 4 – одержують з епюри поверхневу швидкість течії на кожній швидкісній вертикалі;

5 – за даними промірів глибин розраховують площі живого перетину між швидкісними вертикалями;

6 – обчислюють фіктивну витрату води;

7 – визначають коефіцієнт переходу до дійсної витрати;

8 – розраховують дійсну витрату води в руслі.

Розрахунок витрати води, виміряної за допомогою поверхневих поплавців також наведено в літературі: [1], стор. 102-104; [2], стор. 78-83; [3], стор. 206-212; [5], стор. 133-135; [6], стор. 210-216; [7], стор. 144-149; [8], стор. 165-171.

4.2.2 Обчислення витрат води, виміряних гідрометричним млинком

Розрахунок витрат води, виміряних гідрометричним млинком найчастіше **виконується** аналітичним методом у наступному **порядку**:

1 – визначається площа між швидкісними вертикалями;

2 – обчислюється середня швидкість на вертикалях;

3 – знаходиться середня швидкість на площі між вертикалями;

4 – розраховується витрата води в кожному відсіку поперечного перерізу між швидкісними вертикалями;

5 – визначається загальна витрата води річки, шляхом підсумовування витрат всіх відсіків поперечного перерізу.

Обчислення витрат води, виміряних гідрометричним млинком **більш детально зображено та наведено в літературі: [1], стор. 100-101; [2], стор. 67-78; [3], стор. 190-199; [5], стор. 128-130; [6], стор. 194-198; [7], стор. 112-143; [8], стор. 145-161; [9], стор. 3-12.**

4.3 ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 4

ЗАВДАННЯ № 1. Скласти теоретичну записку до роботи № 4 шляхом відповідей на наступні контрольні питання:

1. Які основні методи визначення витрат води, що використовуються в гідрометричній практиці? Метод “швидкість-площа” та його реалізація.

2. Способи вимірювання витрат води з використанням гідрометричного млинка.

3. Технологія вимірювання витрат води поверхневими поплавцями.

4. Визначення витрат води за допомогою поверхневих поплавців.

5. Обчислення витрат води, виміряних гідрометричним млинком.

При виконанні цього завдання слід використовувати методичні вказівки та літературу, на яку зроблені посилання у кінці кожного розділу роботи.

ЗАВДАННЯ № 2. Обчислити витрату води, виміряну за допомогою поверхневих поплавців, прийнявши, що коефіцієнт переходу від фіктивної витрати до дійсної дорівнює 0,8.

Початкові дані та варіанти завдання: додаток, табл. 4.1 – 4.8 та табл. 3.2 – 3.9.

ЗАВДАННЯ № 3. Обчислити витрату води, виміряну з використанням гідрометричного млинка детальним способом.

Початкові дані та варіанти завдання: додаток, табл. 4.9 – 4.17 та дані табл. 2.1 – 2.8.

ПРИМІТКА: розв'язання цих задач виконується відповідно алгоритмів обробки, приведених у розділах методичних вказівок, та розглядається у літературі, посилання на яку наведено вище по тексту.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Колодєєв Є.І., Чернов М.І. Основи річкової гідрометрії. Навчальний посібник. – Одеса: “ТЭС”, 2002. – 159 стор.
2. Колодєєв Є.І., Чернов М.І., Швєбс О.Г. Лабораторний практикум з гідрометрії. Навчальний посібник. – Одеса: “ТЭС”, 2004. – 105 стор.
3. Быков В.Д., Васильєв А.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 448 с.
4. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрологические наблюдения на постах. Выпуск 2, часть 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 264 с.
5. Карасев И.Ф., Васильєв А.В. Субботина Е.С. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 376 с.
6. Быков В.Д., Васильєв А.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 448 с.
7. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 424 с.
8. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках. Выпуск 6, часть 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 384 с.
9. Сєлєзньова Л.В., Чернов М.І. Розрахунки витрат води аналітичним способом. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Методи гідрометеорологічних вимірювань”. – Одеса: ОГМІ, 1995. – 12 стор.

ДОДАТОК

Таблиця 1.1 – Варіанти та початкові данні для проектування
пального водпоста, р. Дністро – 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		
	9	106,22	39,29		
2	Рп1	0,00	46,80	43,57	39,60
	1	12,35	46,00		
	2	35,63	42,02		
	3	41,04	41,94		
	4 (уріз води)	47,22	41,24		
	5	49,81	40,79		
	6	56,06	40,57		
	7	61,69	39,77		
	8	68,06	38,26		
	9	74,28	37,97		
3	Рп1	0,00	51,48	46,89	42,96
	1	11,12	50,60		
	2	32,07	46,23		
	3	36,94	46,13		
	4	42,50	45,37		
	5	44,83	44,87		
	6 (уріз води)	50,45	44,63		
	7	55,52	43,75		
	8	61,25	42,09		
	9	66,85	41,77		
4	Рп1	0,00	46,80	43,09	39,19
	1	25,31	46,00		
	2	42,53	42,02		
	3	58,69	41,94		
	4	67,52	41,24		
	5	71,23	40,79		
	6(уріз води)	80,16	40,57		
	7	88,21	39,77		
	8	97,32	38,26		
	9	106,22	37,97		

Продовження табл. 1.1

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 1.2 – Варіанти та початкові данні для обробки книжки запису водомірних спостережень КГ-1М за місяць

<u>Варіант №1</u> , р. Дністро – с. Олонешти, березень 1999 року (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
<u>Варіант №2</u> , р. Дністро – с. Олонешти, березень 1999 року (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
<u>Варіант №3</u> , р. Дністро – с. Олонешти, березень 1999 року (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
<u>Варіант №4</u> , р. Дністро – с. Олонешти, березень 1999 року (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
<u>Варіант №5</u> , р. Дністро – с. Незавертайлівка, березень 1999 року (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
<u>Варіант №6</u> , р. Дністро – с. Незавертайлівка, березень 1999 року (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
<u>Варіант №7</u> , р. Дністро – с. Незавертайлівка, березень 1999 року (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
<u>Варіант №8</u> , р. Дністро – с. Незавертайлівка, березень 1999 року (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 1.3 – 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		
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		

Продовження табл. 1.3

1	2	3	4	5	6
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 1.4 – Варіанти та початкові данні для завдання № 4

№ варіанту	№ рисунку у додатку А	Масштаби запису рівня води	Приведений рівень по контрольному водпосту, см		Дата встановлення стрічки	Дата зняття стрічки
			При встановленні стрічки СРВ, Н ₁	При знятті стрічки СРВ, Н ₂		
1	рис. 1.1	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. 1.2	1 : 1	3	14	22.07.98	23.07.98
6		1 : 2	6	28	05.09.98	06.09.98
7		1 : 5	15	70	18.04.99	19.04.99
8		1 : 10	30	140	14.05.99	15.05.99

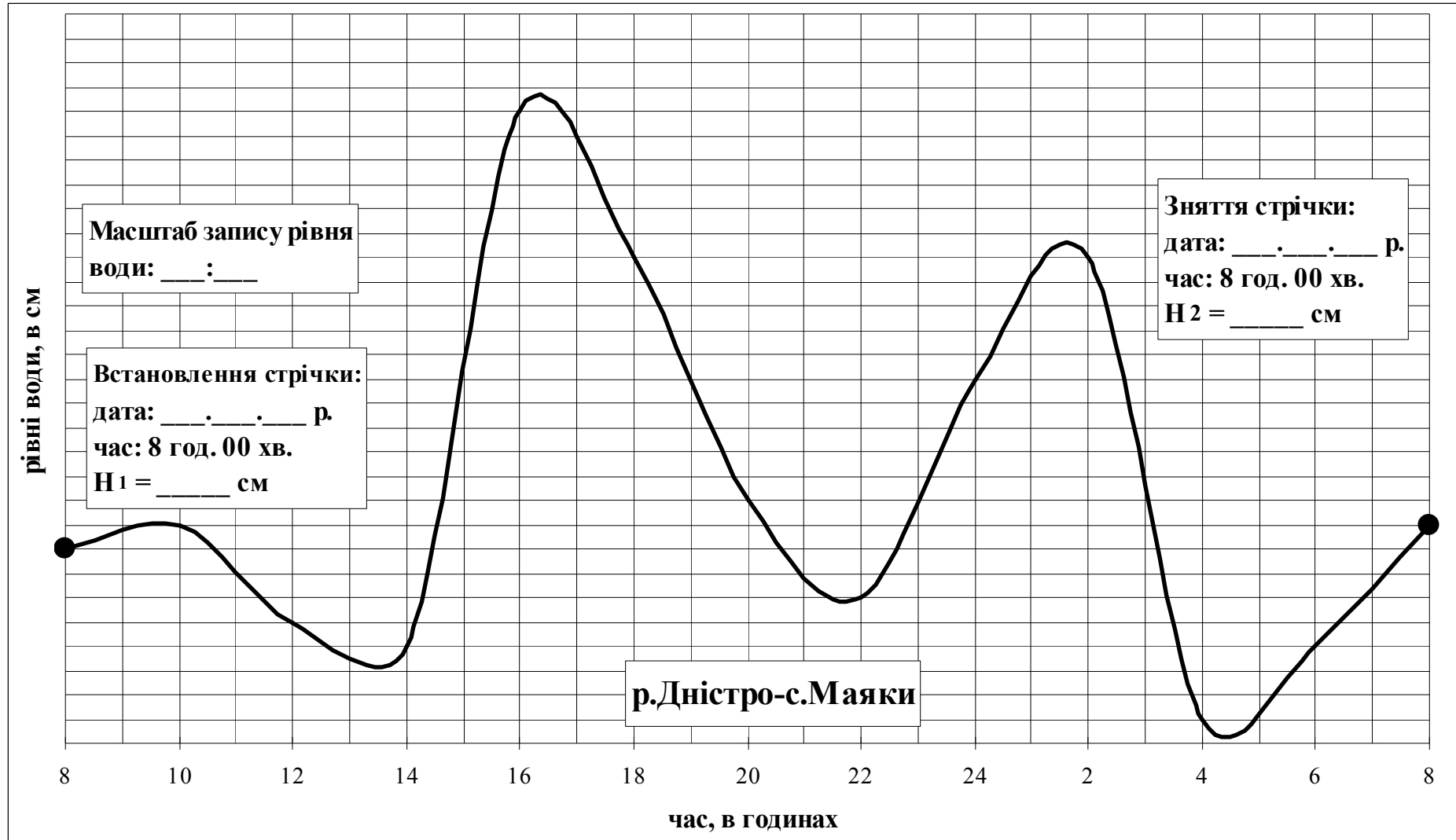


Рис. 1.1 – Запис добового ходу рівня води на стрічці СРВ “Валдай”, р. Дністро – с. Маяки

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

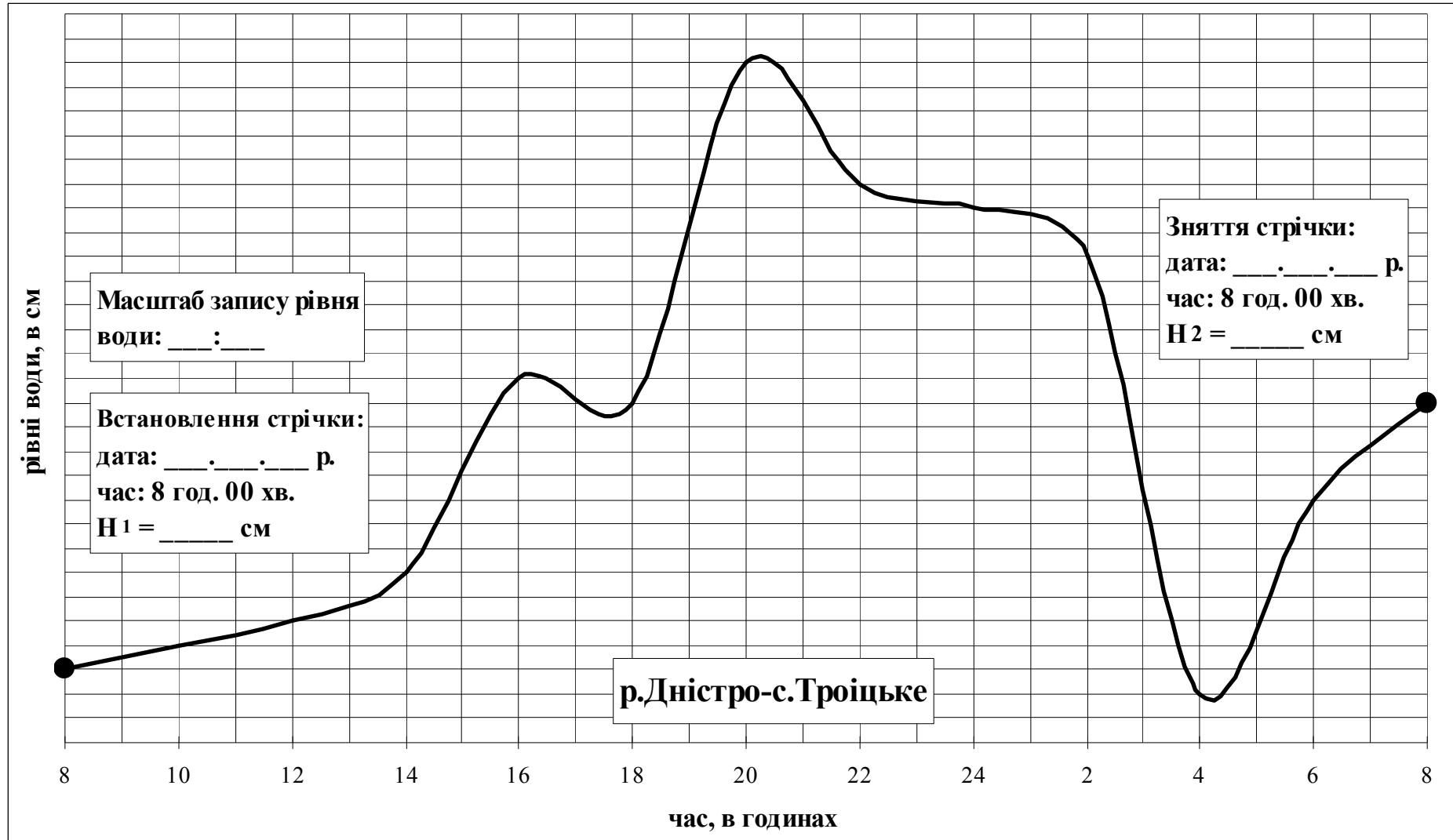


Рис. 1.2 – Запис добового ходу рівня води на стрічці СРВ “Валдай”, р. Дністро – с. Троїцьке

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

Таблиця 2.1 – Дані промірів глибин, р. Дністро – с. Маяки (створ № 1),
 абс. відм. урізу 1,39 м БС, Н_{поч.} = 159 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>F</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j</i> = <i>b_i</i> - <i>b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j</i> = (<i>h_i</i> + <i>h_{i-1}</i>) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>f_j</i> = <i>b_j</i> · <i>h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$p_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$p_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
$F = \sum f_j =$ _____ м ²					$P = \sum p_j =$ _____ м					

Таблиця 2.2 – Дані промірів глибин, р. Дністро – 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>F</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j</i> = <i>b_i</i> - <i>b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j</i> = (<i>h_i</i> + <i>h_{i-1}</i>) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>f_j</i> = <i>b_j</i> · <i>h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$p_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$p_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
			$F = \sum f_j =$ _____ м ²			$P = \sum p_j =$ _____ м				

Таблиця 2.3 – Дані промірів глибин, р. Дністро – с. Маяки (створ № 3),
 абс. відм. урізу 1,02 м БС, Н_{поч.} = 151 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>F</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j</i> = <i>b_i</i> - <i>b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j</i> = (<i>h_i</i> + <i>h_{i-1}</i>) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>f_j</i> = <i>b_j</i> · <i>h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	<i>p_j</i> ² = <i>b_j</i> ² + Δh_j^2 , м ²	$p_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
			$F = \sum f_j =$ _____ м ²			$P = \sum p_j =$ _____ м				

Таблиця 2.4 – Дані промірів глибин, р. Дністро – 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>F</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j</i> = <i>b_i</i> - <i>b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j</i> = (<i>h_i</i> + <i>h_{i-1}</i>) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>f_j</i> = <i>b_j</i> · <i>h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$p_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$p_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
$F = \sum f_j =$ _____ м ²					$P = \sum p_j =$ _____ м					

Таблиця 2.5 – Дані промірів глибин, р. Дністро – с. Маяки (створ № 5),
 абс. відм. урізу 0,90 м БС, Н_{поч.} = 153 см, Н_{кін.} = 155 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>F</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j</i> = <i>b_i</i> - <i>b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j</i> = (<i>h_i</i> + <i>h_{i-1}</i>) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>f_j</i> = <i>b_j</i> · <i>h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	<i>p_j</i> ² = <i>b_j</i> ² + Δh_j^2 , м ²	$p_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
			$F = \sum f_j =$ _____ м ²			$P = \sum p_j =$ _____ м				

Таблиця 2.6 – Дані промірів глибин, р. Дністро – с. Маяки (створ № 6),
 абс. відм. урізу 0,85 м БС, Н_{поч.} = 154 см, Н_{кін.} = 158 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>F</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j</i> = <i>b_i</i> - <i>b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j</i> = (<i>h_i</i> + <i>h_{i-1}</i>) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>f_j</i> = <i>b_j</i> · <i>h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$p_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$p_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
$F = \sum f_j =$ _____ м ²					$P = \sum p_j =$ _____ м					

Таблиця 2.7 – Дані промірів глибин, р. Дністро – 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>F</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j</i> = <i>b_i</i> - <i>b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j</i> = (<i>h_i</i> + <i>h_{i-1}</i>) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>f_j</i> = <i>b_j</i> · <i>h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$p_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$p_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
			$F = \sum f_j =$ _____ м ²			$P = \sum p_j =$ _____ м				

Таблиця 2.8 – Дані промірів глибин, р. Дністро – с. Маяки (створ № 8),
 абс. відм. урізу 0,72 м БС, Н_{поч.} = 155 см, Н_{кін.} = 157 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>F</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j</i> = <i>b_i</i> - <i>b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j</i> = (<i>h_i</i> + <i>h_{i-1}</i>) / 2, м	Площа між промірними вертикалями, <i>f_j</i> = <i>b_j</i> · <i>h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$p_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$p_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
			$F = \sum f_j =$ _____ м ²			$P = \sum p_j =$ _____ м				

Таблиця 2.9 – Варіанти та початкові дані для завдання № 4

№ п/п	Рисунок	Дата промірів	Час промірів, год. хв.	№ п/п створу	Довжина базису, м	№ п/п позначки	Кути позначок, °
1	рис. 2.1	22.07.98 р.	8.05 - 8.20	1	55	1 (уріз лів. бер.)	84,5
						2	73,1
						3	66,8
						4	62,3
						5 (уріз прав. бер.)	59,2
2			8.35 - 8.45	2	67	1 (уріз лів. бер.)	88,0
						2	81,0
						3	76,6
	4	75,4					
	5 (уріз прав. бер.)	70,7					
3	9.15 - 9.30	3	72	1 (уріз лів. бер.)	86,1		
				2	82,2		
				3	77,2		
				4	76,0		
				5 (уріз прав. бер.)	73,2		
4	11.50 - 12.00	4	69	1 (уріз лів. бер.)	88,7		
				2	85,1		
				3	83,6		
				4	81,3		
				5 (уріз прав. бер.)	76,6		
5	рис. 2.2	14.05.99 р.	8.20 - 8.30	5	75	1 (уріз прав. бер.)	80,7
						2	77,7
						3	75,9
						4	74,1
						5 (уріз лів. бер.)	69,9
6			9.00 - 9.20	6	43	1 (уріз прав. бер.)	75,4
						2	68,8
						3	66,7
	4	61,9					
	5 (уріз лів. бер.)	55,5					
7	10.05 - 10.20	7	54	1 (уріз прав. бер.)	88,6		
				2	85,1		
				3	79,3		
				4	73,8		
				5 (уріз лів. бер.)	66,1		
8	10.45 - 11.00	8	72	1 (уріз прав. бер.)	87,5		
				2	84,0		
				3	82,6		
				4	82,1		
				5 (уріз лів. бер.)	79,8		

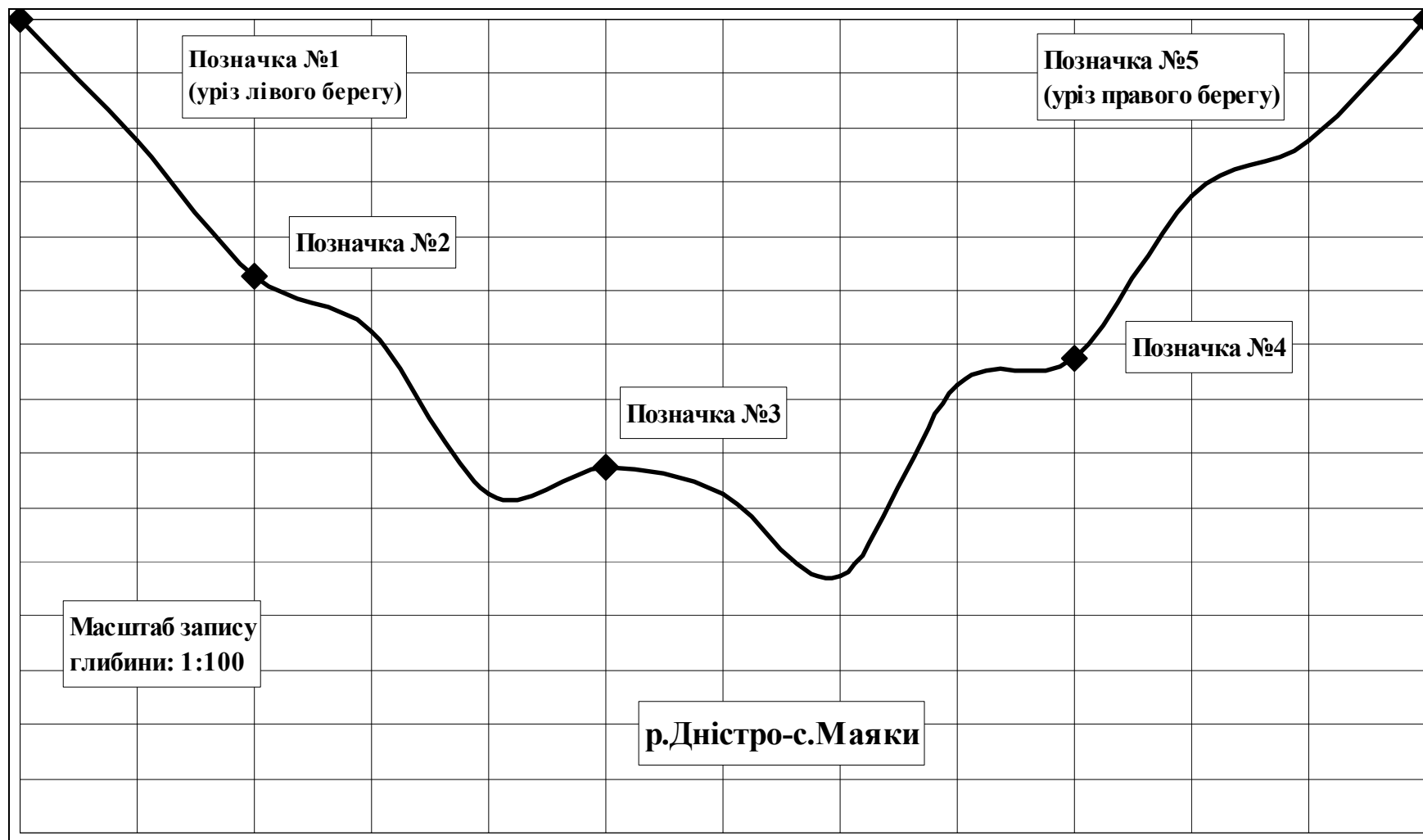


Рис. 2.1 – Область ехограми з записом лінії дна в промірному створі, р. Дністро – с. Маяки

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

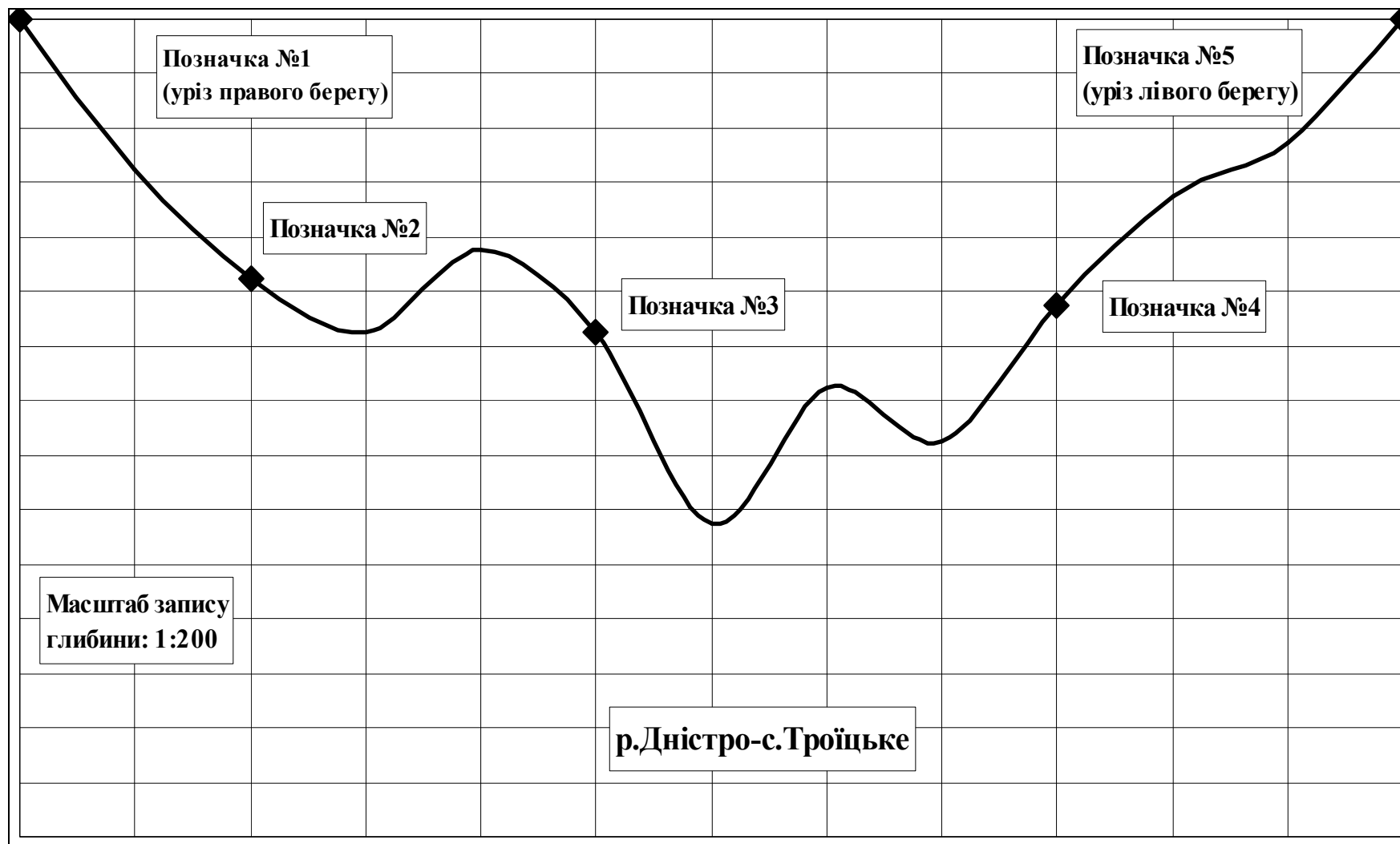


Рис. 2.2 – Область ехограми з записом лінії дна в промірному створі, р. Дністро – с. Троїцьке

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 3.1 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, м/с
		в долях від h_j	в м						
1	3,23	пов		113	19				
		0.2		115	19				
		0.6		132	19				
		0.8		117	13				
		дно		137	13				
2	4,25	пов		100	13				
		0.2		101	13				
		0.6		112	13				
		0.8		126	13				
		дно		129	13				
3	4,05	пов		110	19				
		0.2		117	19				
		0.6		121	19				
		0.8		100	13				
		дно		130	13				
4	5,01	пов		114	19				
		0.2		111	19				
		0.6		100	13				
		0.8		107	13				
		дно		121	13				
5	3,81	пов		118	19				
		0.2		124	19				
		0.6		102	13				
		0.8		108	13				
		дно		115	13				
6	4,53	пов		115	13				
		0.2		117	13				
		0.6		127	13				
		0.8		122	7				
		дно		133	7				
7	4,69	пов		100	7				
		0.2		103	7				
		0.6		124	7				
		0.8		130	7				
		дно		139	7				
8	3,48	пов		121	7				
		0.2		128	7				
		0.6		137	7				
		0.8		125	4				
		дно		130	4				

Таблиця 3.2 – Дані виміру швидкостей течії поверхневими поплавцями (відстані між створами **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 3.3 – Дані виміру швидкостей течії поверхневими поплавцями (відстані між створами **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 3.4 – Дані виміру швидкостей течії поверхневими поплавцями (відстані між створами **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 3.5 – Дані виміру швидкостей течії поверхневими поплавцями (відстані між створами **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 3.6 – Дані виміру швидкостей течії поверхневими поплавцями (відстані між створами **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	60,9	0	

Таблиця 3.7 – Дані виміру швидкостей течії поверхневими поплавцями (відстані між створами **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 3.8 – Дані виміру швидкостей течії поверхневими поплавцями (відстані між створами **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 3.9 – Дані виміру швидкостей течії поверхневими поплавцями (відстані між створами **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 4.1 – Промірні дані у середньому створі при вимірах витрати води поверхневими поплавцями

$H_{\text{поч.}} = 175 \text{ см}; H_{\text{кінц.}} = 173 \text{ см}; H_{\text{разр.}} = \text{_____ см}$

№ п/п промірних та швидкісних вертикалей	Відстані від постійного початку, м	Глибина, h, м
Уріз пр. бер.	10,2	0,00
1	12,9	0,51
I/2	17,9	1,73
3	22,9	2,05
II/4	27,9	2,52
5	32,9	3,08
III/6	37,9	2,79
7	42,9	3,17
IV/8	47,9	1,86
9	52,9	1,29
V/10	57,9	1,11
Уріз лів. бер.	63,1	0,00

ПРИМІТКА: 1) латинські цифри – номери промірних вертикалей; 2) римські цифри – швидкісних вертикалей.

Таблиця 4.2 – Промірні дані у середньому створі при вимірах витрати води поверхневими поплавцями

$H_{\text{поч.}} = 105 \text{ см}; H_{\text{кінц.}} = 103 \text{ см}; H_{\text{разр.}} = \text{_____ см}$

№ п/п промірних та швидкісних вертикалей	Відстані від постійного початку, м	Глибина, h, м
ур п/б	10	0
1	15	1,29
I/2	20	1,86
3	25	3,17
II/4	30	2,79
5	35	3,08
III/6	40	2,74
7	45	2,52
IV/8	50	2,05
9	55	1,73
V/10	60	0,51
ур.л/б	65,3	0

ПРИМІТКА: 1) латинські цифри – номери промірних вертикалей; 2) римські цифри – швидкісних вертикалей.

Таблиця 4.3 – Промірні дані у середньому створі при вимірах витрати води поверхневими поплавцями

$H_{\text{поч.}} = 172 \text{ см}; H_{\text{кінц.}} = 171 \text{ см}; H_{\text{разр.}} = \text{_____ см}$

№ п/п промірних та швидкісних вертикалей	Відстані від постійного початку, м	Глибина, h, м
ур п/б	11,9	0,86
1	16,9	1,32
I/2	21,9	2,05
3	26,9	2,52
II/4	31,9	3,61
5	36,9	2,79
III/6	41,9	3,23
7	46,9	1,86
IV/8	51,9	1,43
9	56,9	1,15
ур.л/б	61,9	0
ур п/б	11,9	0,86

ПРИМІТКА: 1) латинські цифри – номери промірних вертикалей; 2) римські цифри – швидкісних вертикалей.

Таблиця 4.4 – Промірні дані у середньому створі при вимірах витрати води поверхневими поплавцями

$H_{\text{поч.}} = 115 \text{ см}; H_{\text{кінц.}} = 113 \text{ см}; H_{\text{разр.}} = \text{_____ см}$

№ п/п промірних та швидкісних вертикалей	Відстані від постійного початку, м	Глибина, h, м
ур п/б	6,8	0
1	8,1	1,15
I/2	13,1	1,43
3	18,1	1,86
II/4	23,1	3,23
5	28,1	2,79
III/6	33,1	3,61
7	38,1	2,52
IV/8	43,1	2,05
9	48,1	1,32
V/10	53,1	1,53
11	58,1	0,86

ПРИМІТКА: 1) латинські цифри – номери промірних вертикалей; 2) римські цифри – швидкісних вертикалей.

Таблиця 4.5 – Промірні дані у середньому створі при вимірах витрати води поверхневими поплавцями

$H_{\text{поч.}} = 125 \text{ см}; H_{\text{кінц.}} = 123 \text{ см}; H_{\text{разр.}} = \text{_____ см}$

№ п/п промірних та швидкісних вертикалей	Відстані від постійного початку, м	Глибина, h, м
ур п/б	6,7	0
1	9,41	1,51
I/2	14,41	2,33
3	19,41	2,65
II/4	24,41	3,12
5	29,41	3,68
III/6	34,41	3,39
7	39,41	3,77
IV/8	44,41	2,46
9	49,41	1,89
V/10	54,41	1,71
11	59,41	1,33

ПРИМІТКА: 1) латинські цифри – номери промірних вертикалей; 2) римські цифри – швидкісних вертикалей.

Таблиця 4.6 – Промірні дані у середньому створі при вимірах витрати води поверхневими поплавцями

$H_{\text{поч.}} = 165 \text{ см}; H_{\text{кінц.}} = 163 \text{ см}; H_{\text{разр.}} = \text{_____ см}$

№ п/п промірних та швидкісних вертикалей	Відстані від постійного початку, м	Глибина, h, м
ур п/б	8	0
1	10,9	0,83
I/2	15,9	1,9
3	20,9	2,25
II/4	25,9	2,77
5	30,9	3,38
III/6	35,9	3,06
7	40,9	3,48
IV/8	45,9	2,04
9	50,9	1,41
V/10	55,9	1,22
ур.л/б	60,9	0

ПРИМІТКА: 1) латинські цифри – номери промірних вертикалей; 2) римські цифри – швидкісних вертикалей.

Таблиця 4.7 – Промірні дані у середньому створі при вимірах витрати води поверхневими поплавцями

$H_{\text{поч.}} = 75 \text{ см}; H_{\text{кінц.}} = 73 \text{ см}; H_{\text{разр.}} = \text{_____ см}$

№ п/п промірних та швидкісних вертикалей	Відстані від постійного початку, м	Глибина, h, м
ур п/б	8,6	0
1	9,2	1,27
I/2	14,2	4,32
3	19,2	5,12
II/4	24,2	6,31
5	29,2	7,73
III/6	34,2	6,97
7	39,2	7,92
IV/8	44,2	4,65
9	49,2	3,22
V/10	54,2	2,77
11	59,2	1,12

ПРИМІТКА: 1) латинські цифри – номери промірних вертикалей; 2) римські цифри – швидкісних вертикалей.

Таблиця 4.8 – Промірні дані у середньому створі при вимірах витрати води поверхневими поплавцями

$H_{\text{поч.}} = 174 \text{ см}; H_{\text{кінц.}} = 176 \text{ см}; H_{\text{разр.}} = \text{_____ см}$

№ п/п промірних та швидкісних вертикалей	Відстані від постійного початку, м	Глибина, h, м
ур п/б	10,2	0
1	12,9	0,51
I/2	17,9	1,73
3	22,9	2,05
II/4	27,9	2,52
5	32,9	3,08
III/6	37,9	2,79
7	42,9	3,17
IV/8	47,9	1,86
9	52,9	1,29
V/10	57,9	1,11
ур.л/б	63,1	0

ПРИМІТКА: 1) латинські цифри – номери промірних вертикалей; 2) римські цифри – швидкісних вертикалей.

Таблиця 4.9 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 1)

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, 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 4.10 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 2)

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, 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 4.11 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 3)

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, 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 4.12 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 4)

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, 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 4.13 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 5)

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, 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 4.14 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (стор № 6)

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, 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 4.15 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 7)

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, 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 4.16 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 8)

№ п/п вар-ту	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., $V_{cp,j}$, 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				

ГІДРОЛОГІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ
ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
“МЕТОДИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ”

Укладачі: Колодєєв Є.І.,
Гриб О.М.

ЕКОНОМІКА

приватне багатопрофільне підприємство

45-45-80

Свідоцтво ДП №68-р

від 07.08.2001 г.

Riso - друк.

Папір офсетний,

Підп. до друку 25.07.05 Формат 60 × 84/16 Папір *офс.*
Умовн. друк. арк. 4,3 Тираж 100 Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15
