

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

**ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**

до лабораторних робіт з дисципліни
«ГІДРОМЕТРІЯ ТА ГІДРОХІМІЯ»

Одеса – 2009

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до лабораторних робіт
з дисципліни
«Гідрометрія та гідрохімія»

для студентів III курсу природоохоронного факультету
Спеціальність: «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Спеціалізація: «Гідроекологія»

«Затверджено»
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № 1 від 15. 09 2008 р.

Одеса – 2009

Гідрометрія та гідрохімія. Збірник методичних вказівок до виконання практичних робіт з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія». / Колодєєв Є. І., Гриб О.М., Яров Я.С. – Одеса, ОДЕКУ, 2009. – 180 с.

Методичні вказівки призначені для студентів III курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 8.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища» по спеціалізації «Гідроекологія».

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.....	7
«МЕТОДИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА РІВНЯМИ ВОДИ НА ВОДПОСТАХ»	
1.1 Загальні відомості.....	7
1.2 Система рівневих спостережень і обладнання водомірних постів	7
1.2.1 Система відліків і позначок на водомірному посту	7
1.2.2 Обладнання простих водомірних постів.....	9
1.2.3 Самописні водомірні пости	10
1.3 Проектування водомірних постів, спостереження за рівнями води і обробка одержаних матеріалів.....	12
1.3.1 Дослідження для проектування водомірних спостережень.....	12
1.3.2 Проектування пальових та рейкових водомірних постів.....	12
1.3.3 Стандартна обробка даних строкових рівневих спостережень за місяць.....	13
1.3.4 Обробка стрічок самописів.....	14
1.4 Завдання до лабораторної роботи №1.....	15
2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2.....	16
«ВИКОНАННЯ ПРОМІРНИХ РОБІТ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ»	
2.1 Методи і прилади для проведення промірів глибин	16
2.1.1 Загальні відомості	16
2.1.2 Дискретний метод промірів глибин.....	17
2.1.3 Метод безперервної з'йомки глибин	21
2.2 Обробка матеріалів промірних робіт	22
2.2.1 Побудова профілю водного перерізу водойми.....	22
2.2.2 Розрахунок комплексу морфометричних характеристик	24
2.2.3 Обробка ехограм	26
2.2.4 Складання плану ділянки річки в горизонталях (ізобатах)	28
2.3 Завдання до лабораторної роботи №2.....	29
3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.....	30
«ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ. ГІДРОМЕТРИЧНІ МЛИНКИ ТА ЇХ ГРАДУЮВАННЯ»	
3.1 Загальні відомості	32
3.2 Конструктивні особливості та правила експлуатації основних типів гідрометричних млинків.....	35
3.3 Градування гідрометричних млинків.....	
3.4 Визначення середньої швидкості течії на вертикалі аналітичним та графічним способами	36
3.5 Завдання до лабораторної роботи №3.....	39

4	ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4	40
	«ГІДРОМЕТРИЧНИЙ СТВОР. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМУ ГІДРОСТВОРУ ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ ВИТРАТ ВОДИ»	
4.1	Визначення течій поверхневими поплавцями	40
4.2	Визначення напрямку гідрометричного створу за допомогою поверхневих поплавців	42
4.3	Визначення напрямку гідрометричного створу за допомогою гідрометричних млиноків і струємірів	43
4.4	Завдання до лабораторної роботи №4	44
5	ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5	45
	«РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ, ВИМІРЯНИХ ПОВЕРХНЕВИМИ ПОПЛАВЦЯМИ ГРАФО-АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ»	
5.1	Витрати води та способи їх вимірювання	45
5.2	Порядок робіт при вимірюванні витрат води поверхневими поплавцями	45
5.3	Обчислення повної витрати води в гідростворі	47
5.4	Заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-7М(н)	48
5.5	Завдання до лабораторної роботи №5	49
6	ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6	49
	«РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ, ВИМІРЯНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИМИ МЛИНКАМИ АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ»	
6.1	Загальні відомості	49
6.2	Порядок робіт при вимірюванні витрат води гідрометричними млинками	50
6.3	Обчислення повної витрати води в гідростворі	51
6.4	Заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-3М(н)	51
6.5	Завдання до лабораторної роботи №6	52
7	ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7	52
	«ВІДБІР, ОБРОБКА ПРОБ ТА ОБЧИСЛЕННЯ ВИТРАТ ЗАВИСЛИХ ТА ДОННИХ НАНОСІВ, ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ»	
7.1	Загальні відомості	52
7.2	Прилади для відбору проб завислих наносів	53
7.2.1	Батометри повільного заповнення	53
7.2.2	Батометри миттєвого заповнення	54
7.3	Прилади для відбору проб донних наносів	56
7.4	Прилади для відбору проб донних відкладень	57
7.4.1	Прилади для відбору проб ґрунту з порушенням його структури	57
7.4.2	Прилади для відбору проб ґрунту без порушення його структури	58
7.5	Лабораторна обробка проб наносів та донних відкладень	59

7.6 Обчислення витрат завислих наносів аналітичним способом.....	60
7.7 Обчислення витрат донних наносів аналітичним способом	62
7.8 Завдання до лабораторної роботи № 7.....	62
8 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8.....	63
«МЕТОДИКА ПОЛЬОВИХ ГІДРОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. ВІДБІР ТА ОБРОБКА ПРОБ ВОДИ. ОБЧИСЛЕННЯ СТОКУ РОЗЧИНЕНИХ РЕЧОВИН»	
8.1 Система гіdroхімічного моніторингу поверхневих вод України	63
8.2 Програми спостережень та категорії гіdroхімічних постів.....	65
8.3 Методи польового та лабораторного гіdroхімічного аналізу	66
8.4 Визначення головних фізико-хімічних властивостей води	66
8.5 Прилади для польових гіdroлого-гіdroхімічних досліджень.....	68
8.6 Стандартний спосіб розрахунку річкового іонного стоку.....	72
8.7 Завдання до лабораторної роботи №8.....	75
9 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9.....	76
«ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МІЖ ОСНОВНИМИ ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РІЧКОВИХ ВОД»	
9.1 Загальні відомості про залежності між водністю річки та її гіdroхімічними властивостями	76
9.2 Коефіцієнт кореляції як показник тісноти гіdroлого-гіdroхімічних зв'язків	78
9.3 Побудова кореляційної гіdroлого-гіdroхімічної матриці.....	78
9.4 Побудова графіків зв'язку та обчислення рівнянь регресії для стійких гіdroлого-гіdroхімічних зв'язків	78
9.5 Завдання до лабораторної роботи №9.....	79
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	80
ДОДАТОК 1	81
ДОДАТОК 2	90
ДОДАТОК 3	104
ДОДАТОК 4	117
ДОДАТОК 5	122
ДОДАТОК 6	132
ДОДАТОК 7	150
ДОДАТОК 8	163
ДОДАТОК 9	177

ПЕРЕДМОВА

Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія» складається з дев'яти тем і включає розділи, що передбачені робочою програмою відповідного курсу, тобто: рівневі спостереження; проміри глибин; виміри швидкостей та розрахунки витрат води за допомогою гідрометричних млиноків та поверхневих поплавців; відбір, обробка проб та обчислення витрат зважених і донних наносів, донних відкладень, розчинених речовин; гідрохімічні дослідження на водоймах, базові способи обробки гідрохімічної інформації.

Усі роботи побудовані наступним чином: в стислому вигляді послідовно викладаються основні теоретичні положення, розрахункові схеми, наводиться графічний матеріал, завдання на роботу та номери таблиць вхідних даних. В даному збірнику є вісім варіантів початкових даних для всіх робіт, які наводяться в додатку. Частина початкових та допоміжних даних (табличний, графічний матеріал) видається викладачем особисто кожному студенту під час занять відповідно до теми і варіанту.

Усі запропоновані завдання, а також принципи їх оформлення відповідають існуючим в Україні сучасним вимогам і стандартам. Після виконання всіх робіт студенти повинні знати, як проводити базові гідрометричні та гідрохімічні роботи, як використовувати необхідні прилади та засоби вимірювання, як обробляти та оформлювати виміряні польові дані. Кінцева мета практичної частини курсу «Гідрометрія та гідрохімія» - дати студентам навички, що практично допоможуть їм в майбутньому кваліфіковано проводити комплекс польових гідрометричних та гідрохімічних спостережень на водоймах – важливої первинної ланки гідроекологічних робіт.

Знання, набуті студентами-гідроекологами після виконання всіх робіт допоможуть більш конкретно засвоїти лекційний курс з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія», будуть використані в подальшому під час проведення літньої польової учбової практики з дисципліни в с.Маяки на р.Дністер, зимової та літньої практик за спеціалізацією, допоможуть при вивченні дисциплін «Гідроекологія», «Автоматизований підрахунок стоку розчинених речовин» та низки інших на 4-5 курсах.

Дана методична розробка покликана забезпечити студентів мінімально необхідним обсягом теоретичних положень та принципу розрахунків за відповідними темами; об'єм викладеного матеріалу цілком дозволяє студентам самостійно виконати всі роботи. Більш детальна інформація та конкретні приклади розв'язання наведених завдань можна знайти у літературних джерелах, перелік яких міститься наприкінці збірника.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

«МЕТОДИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА РІВНЯМИ ВОДИ НА ВОДПОСТАХ»

1.1 Загальні відомості

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

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

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

1.2 Система рівневих спостережень і обладнання водомірних постів

1.2.1 Система відліків і позначок на водомірному посту

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

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

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

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

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

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

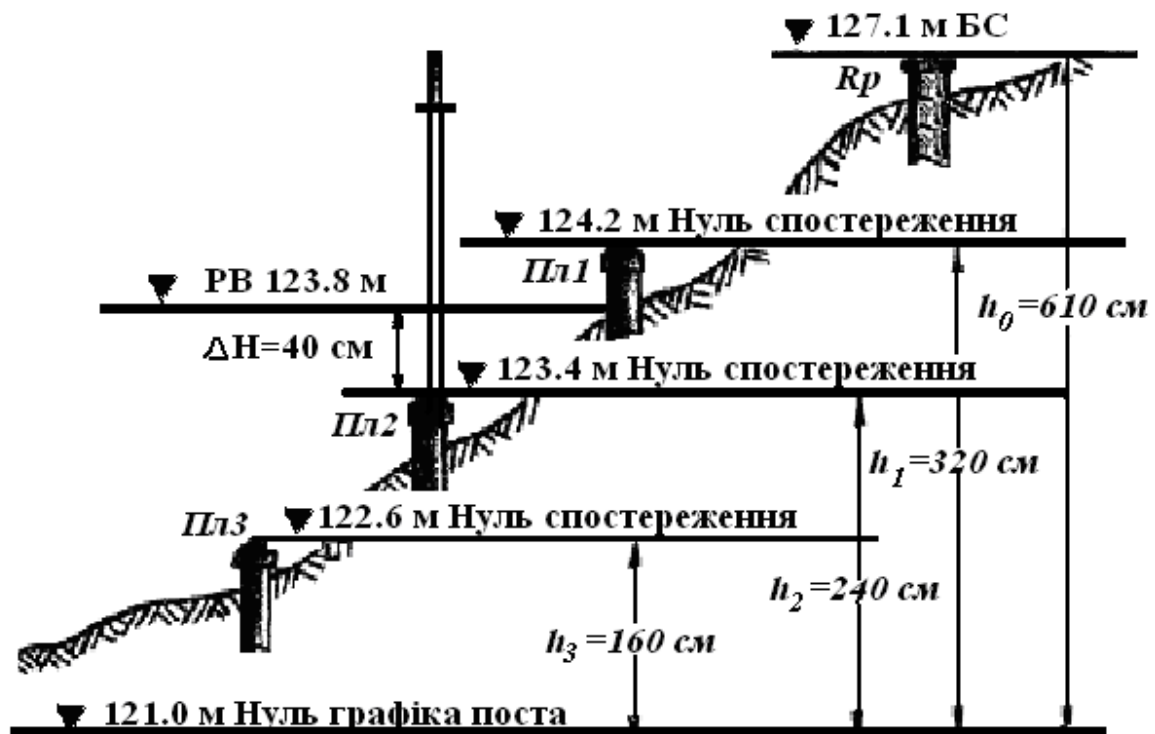


Рис. 1.1 – Висотна система рівневих спостережень на пальовому водпосту: **Rp** – репер; **БС** – Балтійська система; **Пл** – паль; **h** – приводки відповідних паль; **РВ** – рівень води на посту на час спостережень (м)

1.2.2 Обладнання простих водомірних постів

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

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

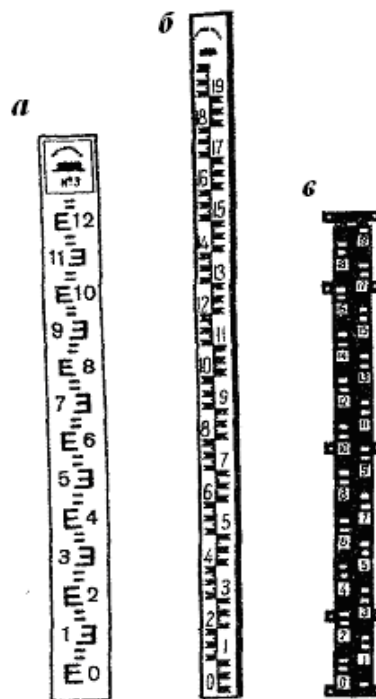


Рис 1.2 – Постові рейки: а) дерев'яна; б) металева емальована; в) чавунна.

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

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

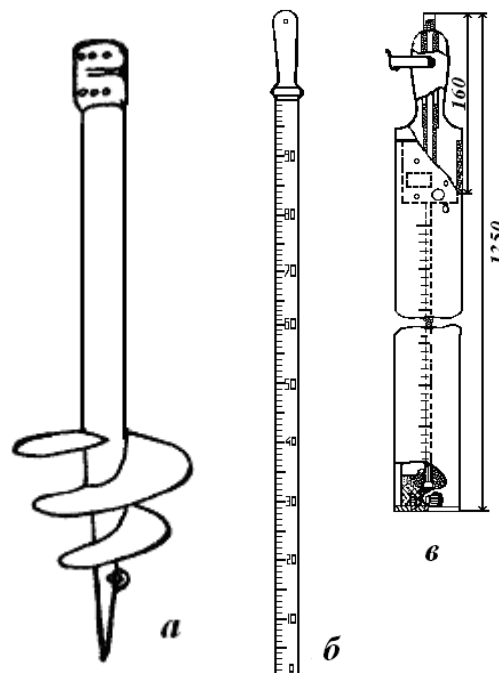


Рис. 1.3 – Пристрої пальового водпоста: а) стандартна металева паля Пі-20; б) переносні рейка ГР-104; в) переносна рейка із заспокоювачем ГР-23.

1.2.3 Самописні водомірні пости

Самописні водомірні пости - це пости, оснащені приладами-самописами рівнів води (СРВ), що дозволяють вести безперервну реєстрацію коливань рівнів води. СРВ необхідні при значному добовому ході рівня води в річках, різких його коливаннях при проходженні дощових паводків, згінно-нагінних явищах, а також при змінах водного режиму під впливом режиму роботи гідротехнічних споруд.

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

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

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

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

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

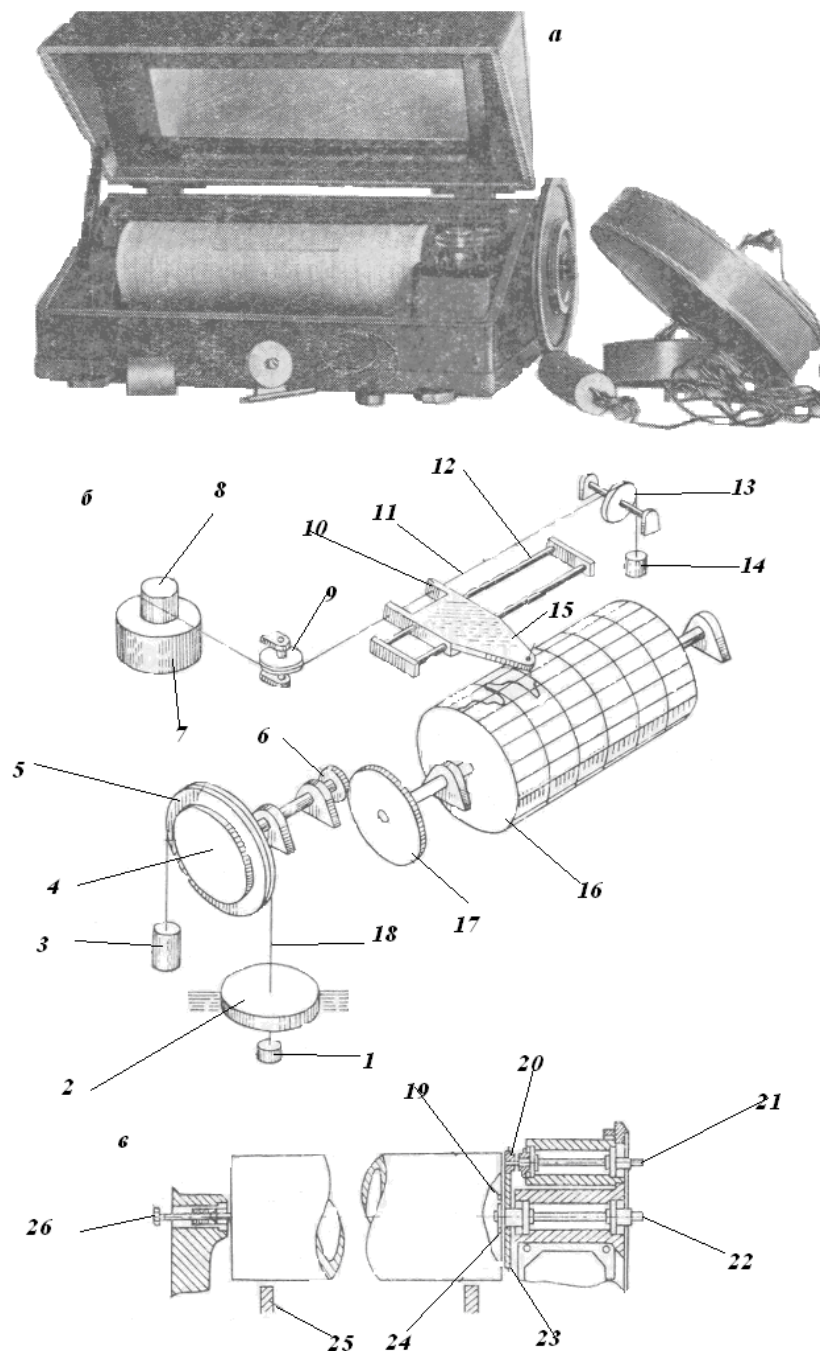


Рис. 1.4 – СРВ «Валдай»: а) загальний вигляд; б) кінематична схема; в) схема вмикання масштабних шестерен з барабаном

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

1.3 Проектування водомірних постів, спостереження за рівнями води і обробка одержаних матеріалів

1.3.1 Дослідження для проектування водомірних спостережень

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

- 1) здійснюють вибір ділянки для поста (щоб ділянка задовольняла певним умовам) 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.

1.3.2 Проектування пальових та рейкових водомірних постів

Для проектування рівневого поста необхідна наступна інформація:

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

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”;
- 5) вирахувати приводки постових пристроїв.

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

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

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

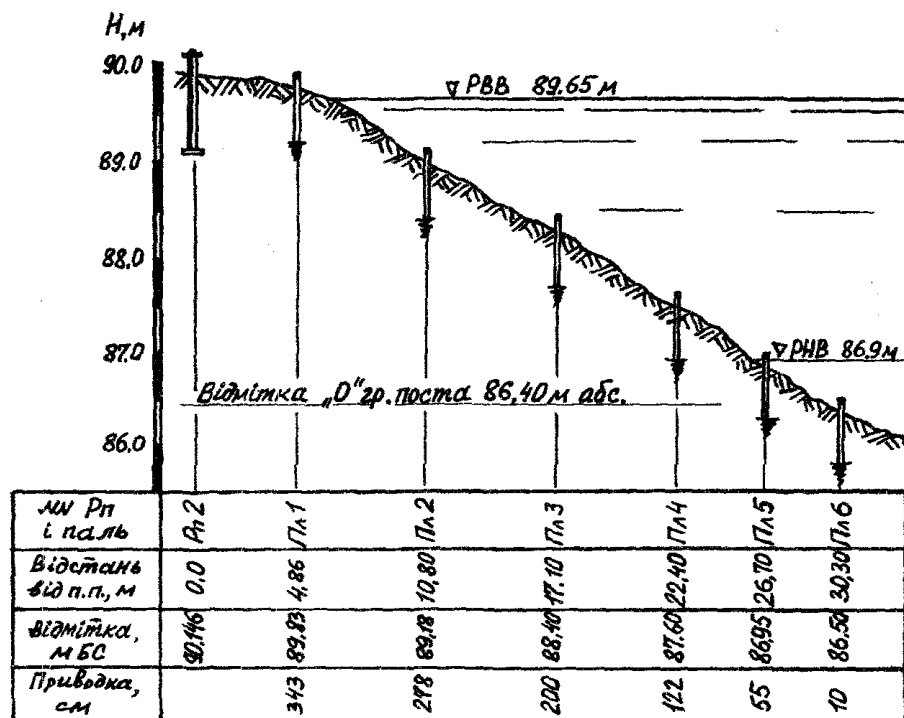


Рис 1.5 – Профіль пального водомірного поста

1.3.3 Стандартна обробка даних строкових рівневих спостережень за місяць

У процесі експлуатації водпоста регулярно виконуються рівневі спостереження і згодом здійснюється стандартна обробка водомірної книжки **КГ–1М(н)** за підсумками місяця. Порядок робіт:

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

Після обробки водомірної книжки за місяць отримують:

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

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

При двохстрокових спостереженнях середній добовий рівень одержують як середнє арифметичне із строкових значень рівня на 8 та 20 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.

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

1.3.4 Обробка стрічок самописів

Надійність визначення середньодобового рівня води у випадках складного водного режиму може бути забезпечена безперервним записом змін рівня на стрічці СРВ. Після зняття стрічки з барабану СРВ, вони підлягають обробці. Ще при постановці стрічки у 8-й годині ранку на ній пишуть дату, час, рівень води на посту, те ж саме в середині спостережень (о 20.00), те ж при знятті стрічки. Після зняття стрічки на ній проводять первинні операції – перевіряють якість запису, розмічають вертикальну вісь масштабу запису, знімають ординати – рівні через певні часові проміжки (зняті рівні і всю обробку ведуть на стрічці олівцем).

Обробку стрічки СРВ можна виконувати двома способами:

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

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

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 (зазвичай, одна година):

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

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

Середній добовий рівень визначається за формулою (1.2):

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

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

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

Матеріали водомірних спостережень після обробки на водпосту, аналізу і контролю на станції, готують до видання по формі таблиці ТГ-2 – “Щоденні рівні води” у 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.

1.4 Завдання до лабораторної роботи №1

Завдання № 1.

Потрібно: 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. Репери водомірних постів, їх призначення і обладнання.
7. Вимоги, які висуваються 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.

Завдання № 2.

Потрібно: скласти проект пального водомірного посту

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 1, табл. 1.1) на листі міліметровки формату А₄ простим олівцем побудувати профіль берегового

схилу за даними технічного нівелювання і промірів глибин, на нього нанести екстремальні рівні води, призначити відмітку «0» графіка поста, розташувати палі по береговому схилу, обчислити їх приводки та відмітки головок у БС. Приклад наведено на рис. 1.5.

Завдання № 3.

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

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 1, табл. 1.2) обчислити та заповнити графу приводок палей водпосту, заповнити таблицю 1.3 в додатку (стовбці 5-6, середнє за місяць, з строкових (не середньодобових!) рівнів знайти максимальний, мінімальний та їх дати).

Завдання № 4.

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

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 1, табл. 1.4) на умовних стрічках СРВ (додаток, рис. 1.6, 1.7) простим олівцем двома способами розрахувати середньодобові рівні води та порівняти отримані результати.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 «ВИКОНАННЯ ПРОМІРНИХ РОБІТ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ»

2.1 Методи і прилади для проведення промірів глибин

2.1.1 Загальні відомості

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

Комплекс промірних робіт:

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

Існує два методи промірів глибин:

дискретний (глибини вимірюються в окремих точках);

метод безперервної з'йомки глибин.

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

2.1.2 Дискретний метод промірів глибин

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

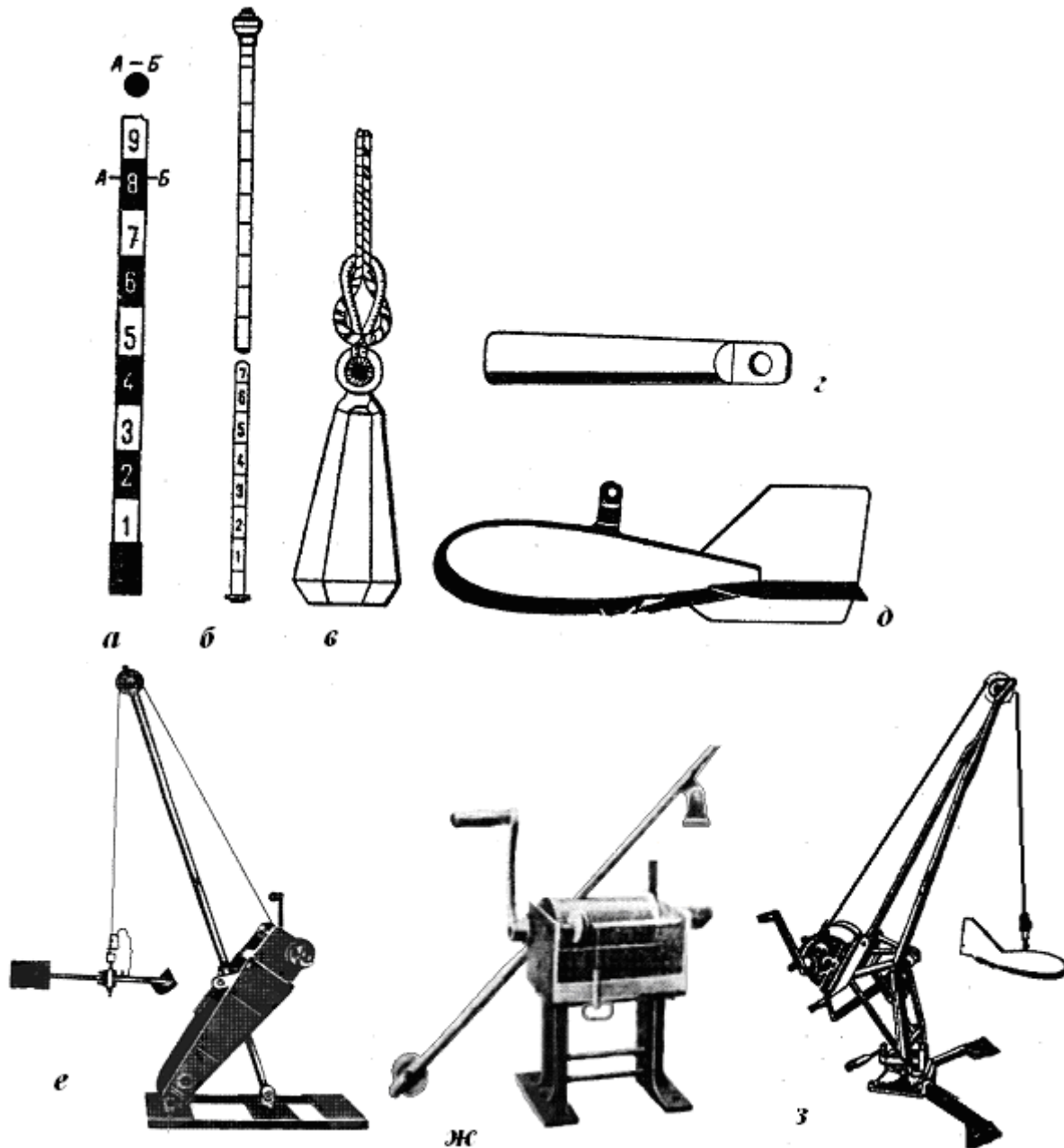


Рис. 2.1 – Прилади для вимірювання глибин (дискретний метод):
а) намітка; б) гідрометрична штанга; в) ручний лот; г) лот-лінь; д) гідрометричний рибоподібний вантаж; е) гідрометрична лебідка Пі-23 («НЕВА»); ж) гідрометрична лебідка Пі-24 («ЛУГА»); з) гідрометрична лебідка ГР-36.

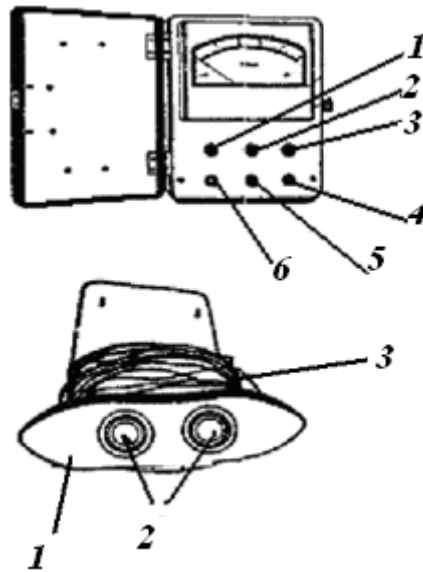


Рис 2.2 – Малогабаритний ехолот: а) центральний прилад (1 – ручка «встановка нуля»; 2 – кнопка «калібровка»; 3 – ручка «встановка глибини»; 4 – кабельний роз'єм «приймач»; 5 – кабельний роз'єм «живлення»; 6 – кабельний роз'єм «передавач»); б) забортний пристрій (1 - обтічник; 2 - вібратор; 3 – кабель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

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

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

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

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

Лот ручний (лот-лінь) (рис. 2.1, в,г) ЛПР-48 – це вантаж 2-5 кг, який закріплений на кінці тросу, розміченого через кожні 10 см. Відлік з точністю 10 см береться за вертикального положення лоту.

Лот механічний (рис. 2.1 е,ж,з) – лебідка з лічильником глибин (механічний, електронний), металевим тросом з рибоподібним вантажем на кінці. Існує багато типів лебідок, в Україні частіше вживають – Пі-23 («НЕВА»), Пі-24 («ЛУГА»), ГР-36 (з поворотною стрілою), ГР-65М (використовується на люлькових переправах), ЛГ-1М1 (морська). Точність лебідок – 1 см, вантажопід'йомність – від 30 і більше кг, вони вживаються за великих глибин і швидкостей течії, добре фіксують глибину на лічильнику, але працюючи з ними треба дотримуватись техніки безпеки.

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

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

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

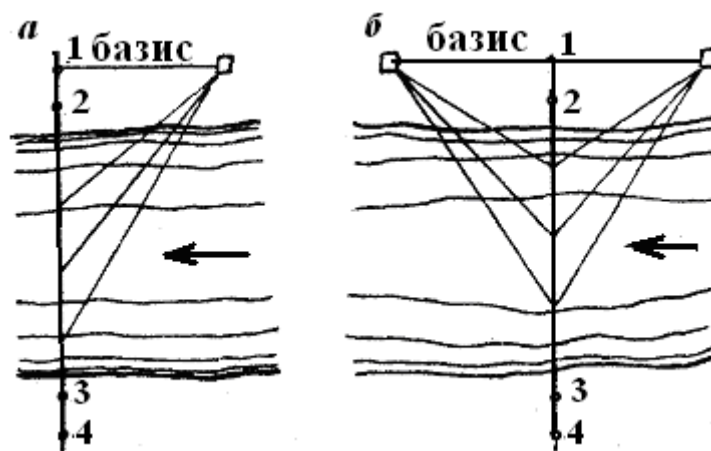


Рис. 2.3 – Схема засічки промірних точок на поперечнику одним (а) або двома (б) теодолітами



Рис. 2.4 – Проміри: а) косими галсами; б) по повздовжнім профілям



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

2.1.3 Метод безперервної з'йомки глибин

Більш детальний та точний профіль дна дає безперервний метод з'йомки глибин в гідрометричних створах з використанням акустичних приладів – **промірних ехолотів 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: ПЕЛ, ІРЕЛ, «Кубань», «Язь», електронні («Fishfinder») (рис. 2.7).

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

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), та дозволяють обробляти ехограми.

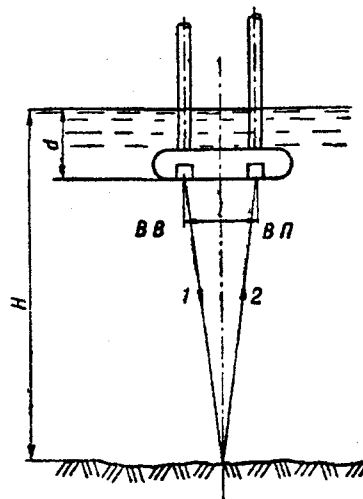


Рис. 2.6 – Схема вимірювання глибини ехолотом (забортний пристрій): ВВ – вібратор-випромінювач; ВП – вібратор-приймач; 1 – прямий ультразвуковий імпульс; 2 – відбитий ультразвуковий імпульс.



б

Рис. 2.7 - Електронний ехолот «Fishfinder-250»

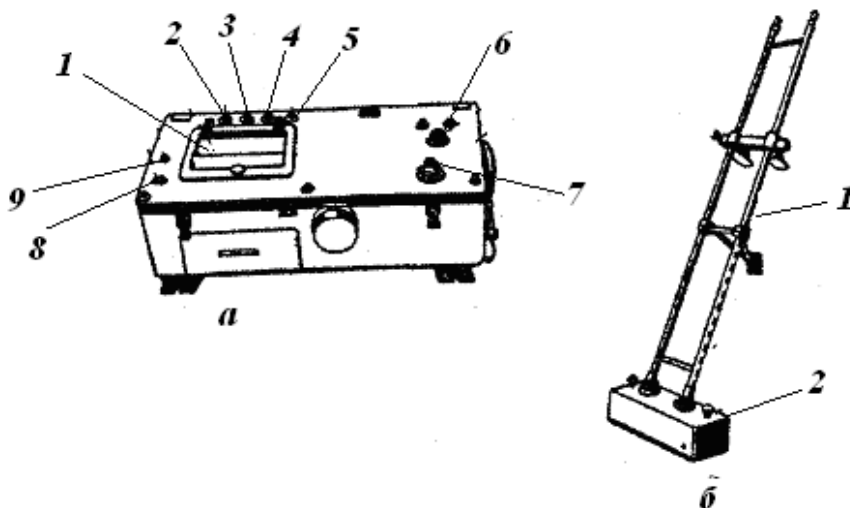


Рис. 2.8 – Промірний ехолот ПЕЛ-2: а) центральний прилад (1-вікно, 2,3,4,5 – тумблери вмикання ехолота, освітлення шкали, вмикання запису нульової лінії глибин, перемикання шкал, 6 – вольтметр, 7 –рукоятка регулювання підсилення, 8 – кнопка оперативної позначки, 9 – неонова лампочка); б) забортний пристрій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

2.2 Обробка матеріалів промірних робіт

2.2.1 Побудова профілю водного перерізу водойми

Дані польових промірів в створіх заносять до книжки КГ-2, при обробці матеріалів промірних робіт за виміряними даними виконується графічна побудова профілів поперечного перерізу по окремим створам водойми і обчислення морфометричних характеристик русла в створі. Така форма подання інформації о глибинах водойми є найбільш зручною для аналізу та подальшого використання даних промірів.

Побудова профілю водного перерізу водойми виконується у визначених масштабах (вертикальний, горизонтальний) на міліметровому папері формату А₄, по вертикальній вісі відкладається глибина до дна (зверху вниз), а по горизонтальній вісі – відстані від постійного початку. Відкладають точки, які з'єднують ламаною лінією і отримують поверхню дна. На профілі лінією відмічається положення робочого рівня та його відмітка, (в умовних метрах або метрах БС), дата промірів, а під графіком у вигляді таблиці, у відповідних місцях рядків, записуються:

- номера 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.

Масштаб для побудови підбирають виходячи з ширини русла (відстані від берега до берега) та глибини в створі. Частіше беруть горизонтальний масштаб в 1 см – 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200 м, по вертикалі в 1 см – 0,5; 1; 2; 5; 10 м. Зліва роблять колонку для обчислення морфометричних характеристик профілю. Кожний профіль будується на окремому аркуші, всі написи та побудова робляться лише простим олівцем, підписи та розмірності мають бути охайними та чітко видимими. Кожний профіль треба підписати, вказати масштаб, прізвища автора та перевіряючого. Профіль поперечного перерізу річки показано на рис. 2.9

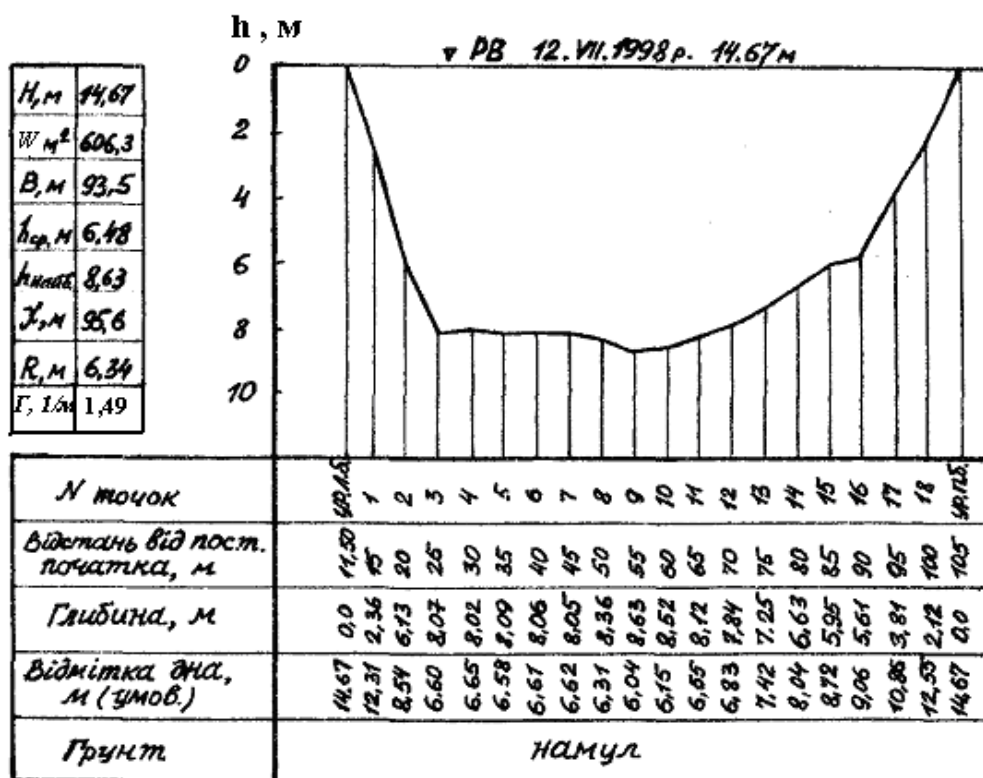


Рис. 2.9 – Профіль поперечного перерізу річки

2.2.2. Розрахунок комплексу морфометричних характеристик

Для кожного профілю мають бути обчислені такі морфометричні характеристики:

1. Площа водного перетину ω (м²);
2. Ширина річки B (м);
3. Довжина змоченого периметру χ (м);
4. Максимальна глибина h_{max} (м);
5. Середня глибина $h_{сер}$ (м);
6. Гідравлічний радіус R (м);
7. Параметр Глушкова Γ (м⁻¹);
8. Робочий рівень води H (м).

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

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

Площу водного перерізу ω можна обчислити планіметруванням або аналітично. Другим способом частіше користуються на практиці. Приймають, що промірні вертикалі розбивають водний переріз на ряд трапецій (біля берегів – прямокутні трикутники), площа яких може бути математично виражена через глибини (h_i) та відстані між промірними точками (b_i) (рис. 2.10).

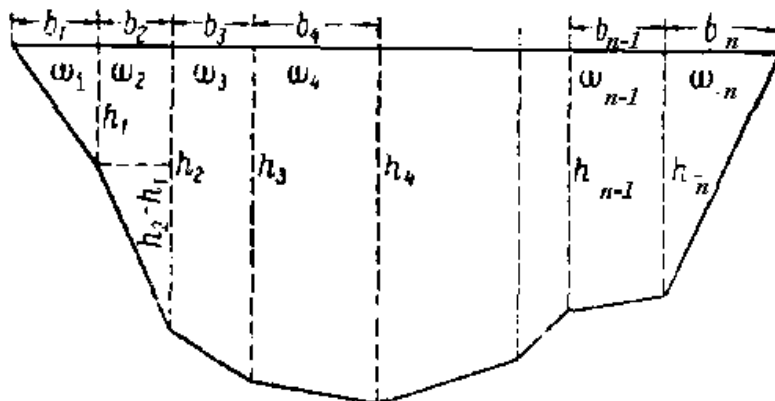


Рис. 2.10 - Схема обчислення площі водного перерізу і довжини змоченого периметра

Аналітично площа водного перерізу обчислюється як сума часткових площ фігур, на які розбито водний переріз (рис.4). Якщо на річці є лід, то обчислюють в межах загальної площі водного перерізу окремо взяті площі зануреного у воду льоду та вільну площу перерізу. Крім того, при розрахунках витрат води окремо рахують так звані площі «мертвого перерізу» та площі «живого перерізу». Перший термін позначає частину перерізу, де відсутня течія води або вона надто мала, другий термін характеризує площу, в якій є активна течія та можна робити обчислення витрат води. Площі часткових фігур обчислюють за формулами:

$$\omega = \sum \omega_i, \quad (2.1)$$

$$\omega_1 = \frac{1}{2} b_1 h_1, \quad (2.2)$$

$$\omega_i = \frac{(h_i + h_{i+1}) b_{i+1}}{2}. \quad (2.3)$$

Перша формула - визначення загальної площі водного перерізу, друга (для ω_1) дозволяє обчислити площу перерізу в прибережних відсіках, третя (для ω_i) застосовується при обчисленні площ внутрішніх відсіків.

Ширина річки B знаходяться як різниця урізів лівого та правого берегів. Із збільшенням висоти рівня змінюється і ширина річки B . Маючи значення ширини річки при різних висотах рівня, неважко буде побудувати криву зв'язку $B=f(H)$. При стійкому руслі криві $w=f(H)$, $B=f(H)$ дозволяють визначити ширину та площу водного перерізу річки при будь якій висоті рівня. При різних горизонтах води ширина річки буде різною.

Змочений периметр χ - довжина лінії дна на профілі, що знаходиться між урізами води. При наявності в водному перерізі льоду, до змоченого периметру додається довжина нижньої поверхні льоду або шуги. Виходячи з наведеної вище схематизації водного перетину відсіками різної форми можна отримати розрахункові формули по обчисленню змоченого периметр:

$$\chi = \sum \chi_i \quad (2.4)$$

$$\chi_1 = \sqrt{b_1^2 + h_1^2}, \quad (2.5)$$

$$\chi_i = \sqrt{b_{i+1}^2 + (h_{i+1} - h_i)^2}. \quad (2.6)$$

Перша формула - визначення загальної довжини змоченого

периметра, друга (для χ_1) дозволяє обчислити довжину змоченого периметра в прибережних відсіках, третя (для χ_i) застосовується при обчисленні змоченого периметра у внутрішніх відсіках

Максимальна глибина h_{max} на профілі отримується графічно.

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

$$h_{сер} = \frac{w}{B}. \quad (2.7)$$

Гідравлічний радіус R – добуток від ділення загальної площі водного перерізу на загальну довжину змоченого периметра. Обчислюється як:

$$R = \frac{w}{\chi}. \quad (2.8)$$

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

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

$$\Gamma = \frac{\sqrt{B}}{h_{сер}}. \quad (2.9)$$

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

2.2.3 Обробка ехограм

При ехолотних промірах човен з приладом рухається у створі від берега до берега, безперервно ведеться запис лінії дна на електропапір (рис. 2.11). На березі на певній відстані від створу (базис) знаходиться теодоліт, яким проводиться координування промірів шляхом фіксації контрольних точок. Річ в тім, що **вертикальний масштаб** запису глибин на ехограмі **наперед відомий**, а от **горизонтальний масштаб змінюється**, бо човен по створу рухається з непостійною швидкістю (заважає течія, яка зносить човен), така неоднорідність масштабу має бути врахована при

обробці ехограми.

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

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

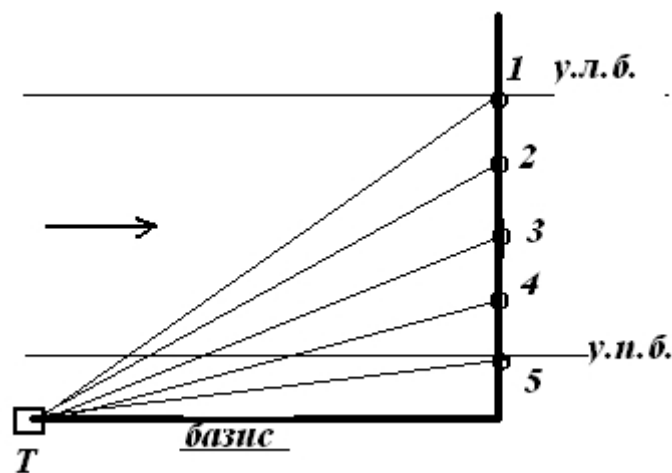


Рис. 2.11 – Схема промірів за допомогою ехолота

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

Обробка ехограми виконується в наступній послідовності:

- 1) визначаються **дійсні відстані** ($B_{i \text{ дійс.}}$, м) між контрольними позначками та базисом за формулою (2.10):

$$B_{i \text{ дійс.}} = L \cdot \operatorname{tg} \alpha_i; \quad (2.10)$$

- 2) визначають **дійсні відстані між суміжними контрольними позначками** ($b_{i \text{ дійс.}}$, м) за формулою (2.11):

$$b_{i \text{ дійс.}} = B_{i \text{ дійс.}} - B_{i-1 \text{ дійс.}}; \quad (2.11)$$

- 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 (2.12):

$$m_{i \text{ гориз.}} = \frac{b_{i \text{ дійс.}}}{b_{i \text{ ехогр.}}}; \quad (2.12)$$

- 5) на ехограмі назначають характерні точки переламів лінії дна (у тому числі контрольні точки та урізи берегів) і нумерують їх;
 6) з використанням горизонтальних масштабів окремих ділянок ехограми визначають відстані від постійного початку (магістралі, базису) до кожної характерної точки;
 7) використовуючи вертикальний масштаб визначають дійсні глибини в характерних точках;
 8) з врахуванням зрізочного рівня складають таблицю промірів;
 9) викреслюють профіль поперечного перерізу з потрібними 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).

2.2.4 Складання плану ділянки річки в горизонталях (ізобатах)

За результатами масових промірів будують не лише профілі окремих створів, а й об'єднують дані по суміжним створам і будують план підводного рельєфу водойм в горизонталях (лініях рівних абсолютних відміток дна) або ізобатах (лініях рівних глибин). Для цього треба всі глибини в створах перевести в абсолютні значення (м БС). Для визначення абсолютних відміток поверхні води (урізу) в районі промірів встановлюють тимчасовий водпост. Його відомості по початковому і кінцевому рівням ($H_{\text{поч.}}$, $H_{\text{кін.}}$) дозволяють визначити робочий рівень ($H_{\text{роб.}}$), який приймається рівним для всіх промірних створів. Абсолютні відмітки точок дна отримують шляхом віднімання виміряних глибин від відмітки робочого рівня ($H_{\text{роб.}} - h_i$).

На листі ватмана (міліметровки) в обраному вертикальному і горизонтальному масштабі наносять магістраль та перпендикулярно до неї – створи, в яких наносять та з'єднують урізи берегів (лівий, правий), послідовно наносять точки промірів і зліва кожної точки виписують її

абсолютну відмітку (м БС), справа – глибину (м). По полю точок проводять ізолінії глибин (або горизонталей) з постійним діапазоном. Отримані ізолінії мають бути суцільними, можуть замикатись. На ізолініях треба виписати відповідне їх значення (глибини, абсолютної відмітки). Також пунктиром з'єднують точки з максимальними глибинами, таким чином отримують **лінію фарватеру** (лінія максимальних глибин).

План річки в ізолініях має бути виконаний простим олівцем на листку міліметровки формату А₄, містити відповідні підписи. Приклад оформлення дається на рис. 2.12.

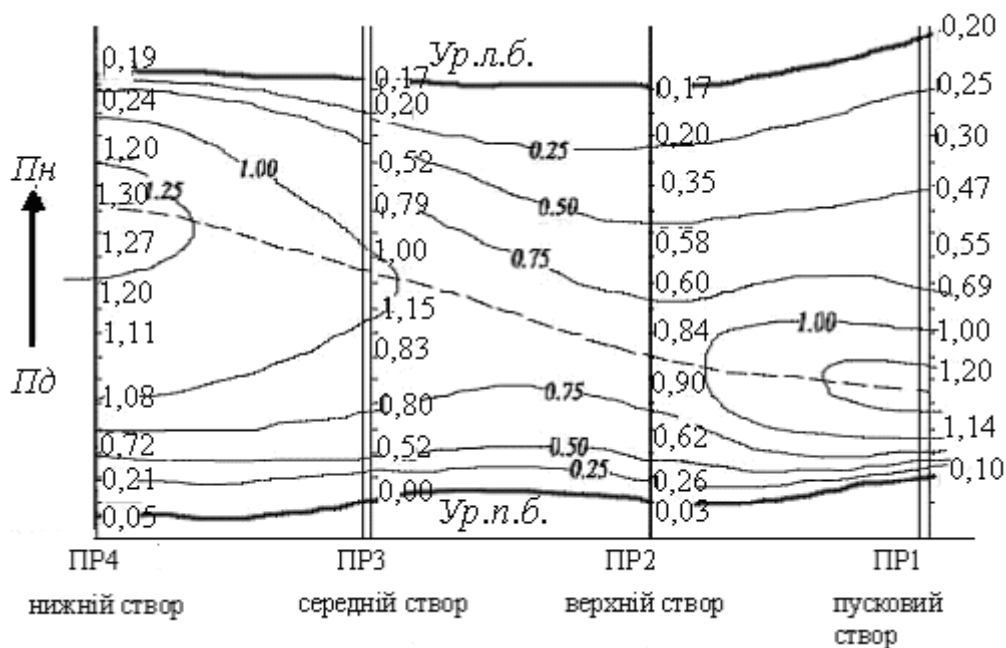


Рис. 2.12 – План ділянки річки в ізобатах

2.3 Завдання до лабораторної роботи №2

Завдання № 1.

Потрібно: 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 рівнів і як це здійснюється?
6. Яким чином проводиться обробка ехограми?

7. Порядок дій при побудові плану ділянки річки в ізобатах?

Завдання № 2.

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

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 2, табл. 2.1-2.8) провести обчислення та заповнити початкову таблицю промірів, потім на листку міліметровки формату А₄ простим олівцем побудувати профіль водного перерізу, обчислити комплекс морфометричних характеристик (формули 2.1-2.9) та виписати їх на профілі згідно стандарту. Приклад профілю поміщено на рис. 2.9.

Завдання № 3.

Потрібно: обробити ехограму промірів глибин.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 2, табл. 2.9, рис. 2.13, 2.14) за алгоритмом, викладеним в пункті 2.2.3 заповнити таблицю 2.10, провести розшифровку ехограми (написи робити на ній простим олівцем!), заповнити таблицю 2.11, за якою на листку міліметровки формату А₄ побудувати справжній профіль водного перерізу, обчислити для нього морфометричні показники.

Завдання № 4.

Потрібно: побудувати план ділянки річки в горизонталях.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 2, табл. 2.13) обчислити абсолютні відмітки промірних точок в трьох створах (додаток 2, табл. 2.12), на листку міліметровки формату А₄ побудувати план річки в горизонталях, провести ізолінії, лінію фарватеру. Приклад графічного оформлення приведено на рис. 2.12.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 «ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ, ГІДРОМЕТРИЧНІ МЛИНКИ ТА ЇХ ГРАДУЮВАННЯ»

3.1 Загальні відомості

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

- 1) реєструють рух плаваючих тіл (прилади – поплавці різних типів);
- 2) реєструють кількість обертів лопатевого гвинта (прилади – гідрометричні млиники різних типів).

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

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

Точковий метод полягає у вимірюванні швидкості течії в окремих точках на вертикалі. По **робочій глибині (h)** розраховують глибини занурення млинка в точки на вертикалі. Кількість точок вимірювань залежить від обраного способу вимірювань: **детального, основного, скороченого.**

При **детальному** способі виміри швидкостей виконують:

1) **якщо русло вільне від водної рослинності і льоду, в п'яти точках** по глибині вертикалі, при умові що глибина на порядок перевищує діаметр (d) лопатевого гвинта ($h \geq 10 \cdot d$): **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** способах швидкості вимірюються:

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

2) **якщо глибина недостатня, $h < 10 \cdot d$, то в одній точці – на $0.6 \cdot h$, при вільному руслі або $0.5 \cdot h$, при льодовому покриві чи водяної 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.**

Інтеграційний метод застосовують рідше, але він дає більш точні результати. Виміри швидкості течії цим методом виконуються переміщенням млинка на вертикалі від поверхні води до дна і назад. Перевага інтеграційного вимірювання перед точковим – це скорочення вимірювального процесу і безперебійна 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” (рис. 3.1), який складається з вимірювального пульта, лебідки та вантажу, на кронштейні якого кріпиться млинок. До комплексу вимірювального пульта входить **метроном** – пристрій для регулювання швидкості вертикального переміщення млинка, яка залежить від глибини на вертикалі і відрізняється для гірських та рівнинних річок.

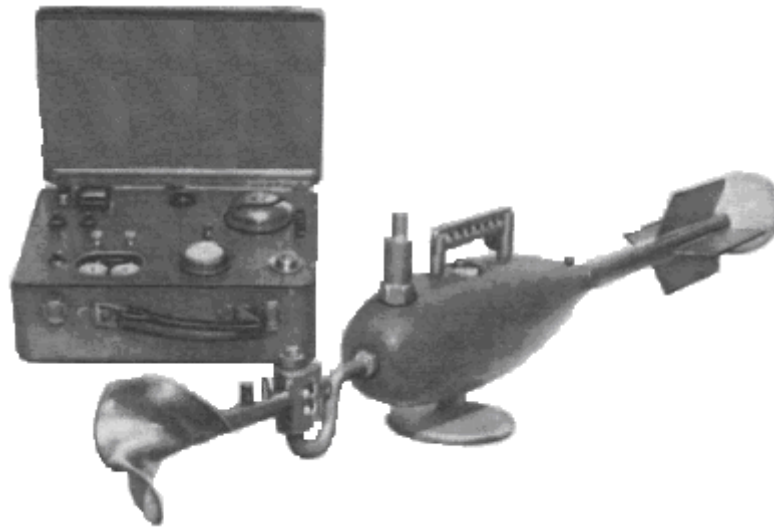


Рис. 3.1 – Прилад для інтеграційного вимірювання швидкості води ГР-101

3.2 Конструктивні особливості та правила експлуатації основних типів гідрометричних млиноків

За сучасними даними, Гідрометслужбою України використовується близько 2,5 тис. гідрометричних млиноків.

Гідрометричні млинки – пристрої для вимірювання швидкості течії води, принцип вимірювання заснований на взаємодії набігаючого потоку і ротора (лопатєвого гвинта) млинка. Для кожного млинка існує чітка залежність швидкості обертання ротора (об/с) та реальної швидкості потоку (м/с). Існує багато типів гідрометричних млиноків, які розрізняються за формою гвинта, способом фіксації кількості обертів, опускання у воду. Спільним є те, що всі млинки складаються з стандартних елементів: ходова частина з лопатєвим гвинтом і контактним механізмом, корпусу, стабілізатора напрямку, сигнального пристрою. В ходовій частині вимірюється швидкість потоку, замикання контакту стається через рівну кількість обертів та сигналізується світловим та (або) звуковим блиманням або одразу фіксується на табло приладу. Корпус млинка слугує для кріплення до штанги (млинок можна насадити на гідрометричну штангу)

або до тросу (є спеціальні карабіни для підвішування млинка на тросу та вантажу донизу). Ходова частина та корпус кріпляться стопорним гвинтом. Стабілізатор млинка допомагає тримати прилад паралельно течії та виключає вплив поперечних складових вектора швидкості потоку, підвищує стійкість млинка до умов потоку.

Практично важливими показниками млинка є:

1) геометричний крок лопатевого гвинта – 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 опорі (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 здібність 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 «ІСТ» (вимірювач швидкості течії).

Млинок ГР-21(М) (рис. 3.2) – складається з корпусу, лопатевого гвинта, в який вмонтована вісь і контактний пристрій. Хвіст-стабілізатор напрямку течії, фіксатором кількості обертів виступають дзвінок і лампа. В комплектації є електрошнур (довжина 20 м), вертлюг, 2 карабіни для кріплення тросу і вантажу. Млинок працює в діапазоні швидкостей течії 0,04-5 м/с. Контакт замикається через кожні 20 обертів, живлення 3В. Для роботи треба зібрати млинок за схемою, закріпити на штанзі (тросі), помістити на потрібну глибину. Вимірювання триває не менше 100 секунд, потім після чергового дзвінка вимірювання закінчують. Рахують загальну кількість обертів ротора, потім кількість обертів за секунду, потім з тарувального графіку знімають відповідну швидкість.

Млинок ГР-99 (рис. 3.3) – обладнаний електромеханічним лічильником для реєстрації кожного оберту ротора (контакт замикається через кожний оберт). Після збирання приладу та поміщення ротора на потрібну глибину вмикають живлення, при цьому одночасно працюють лічильник обертів і секундомір, після 100 секунд живлення вимикається і з

лічильника знімають кількість обертів, рахують швидкість ротора (об/сек), потім з допомогою тарувального графіку отримують швидкість. Прилад дуже точний (точність $\pm 2\%$), працює в діапазоні швидкостей 0,06-5 м/с, гвинт досить чутливий до потоку. Недолік – великі габарити, механічні контакти. Живлення двоконтурне – лічильник 30 В, ротор 1,6 В.

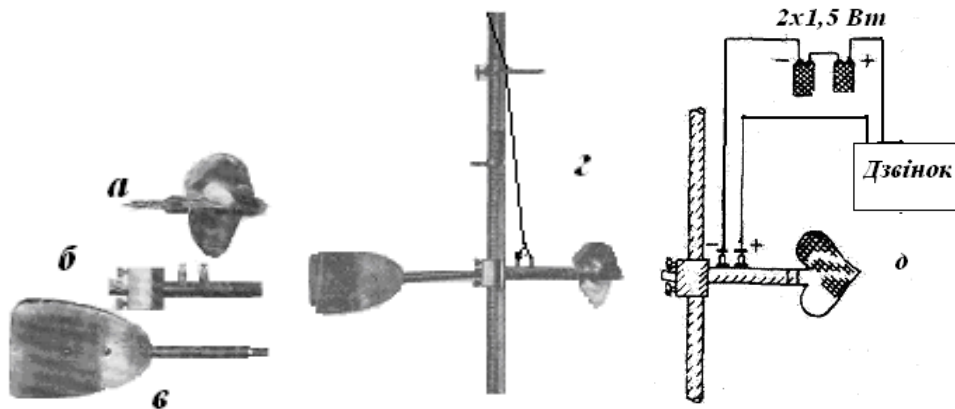


Рис. 3.2 - Гідрометричний млинок ГР-21М: а – лопатевий гвинт; б – корпус; в – стабілізатор; г – млинок на гідрометричній штанзі; д - електросхема.

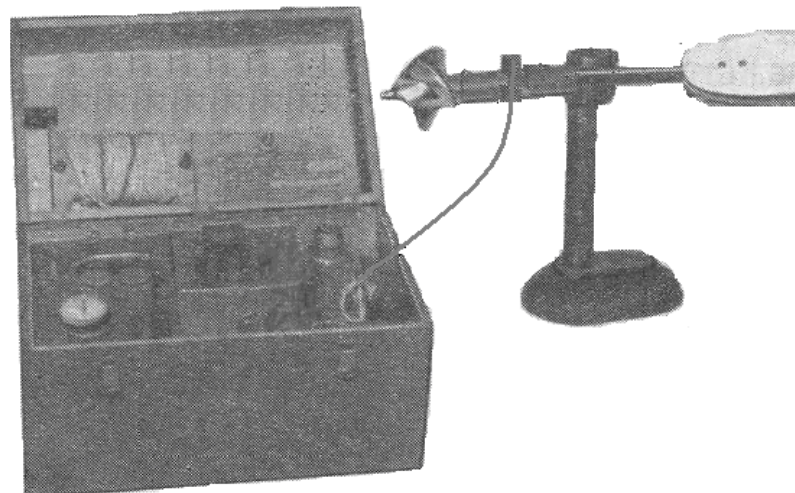


Рис. 3.3 – Гідрометричний млинок ГР-99

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

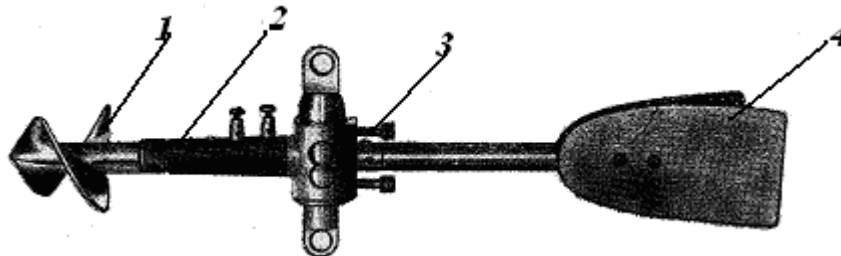


Рис. 3.4 – Гідрометричний млинок ГР-55: 1 – ходова частина; 2 – корпус; 3 – затискачі; 4 – стабілізатор.

«ІСТ» – автоматизований гідрометричний млинок нового покоління, в мікросхемі пам'яті закладаються відомості тарування млинка, отож прилад сам рахує швидкість потоку (м/с), хоча можливість підрахунку швидкості обертання гвинта збережена. Прилад має живлення 6 В, компактні розміри, два режими осереднення – 60, 100 секунд, після яких прилад подає звуковий сигнал і висвічує швидкість на електронному табло. Для різних швидкостей потоку в комплекті є два різних гвинта (діаметр 7,12 см). Перед застосуванням прилад треба запустити в тестовому режимі, в якому він видає контрольне число на табло, якщо воно співпадає з числом в технічній документації на прилад, можна працювати.

Для експериментальних досліджень застосовують **мікромлинки**.

3.3 Градування гідрометричних млиноків

Тарування (градування) гідрометричного млинка – це процедура експериментального пошуку і встановлення залежності між реальною швидкістю потоку води і кількістю обертів лопатевого гвинта в секунду, яка регулярно (раз на два роки) виконується для кожного млинка індивідуально в спеціалізованих підрозділах гідрометслужби. Головна причина необхідності тарування – з часом млинок зношується і тому його покази потребують корегування. При таруванні в спеціальних каналах млинок багаторазово проганяється з наперед відомою швидкістю і фіксується інтенсивність реагування його лопатевого гвинта на різні швидкості. Результати тарування обробляються графічно або аналітично. Складається таблиця переводу виміряної швидкості (об/с) млинка в швидкість потоку (м/с) та викреслюється графік цієї залежності $V=f(n)$ на листку міліметровки.

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

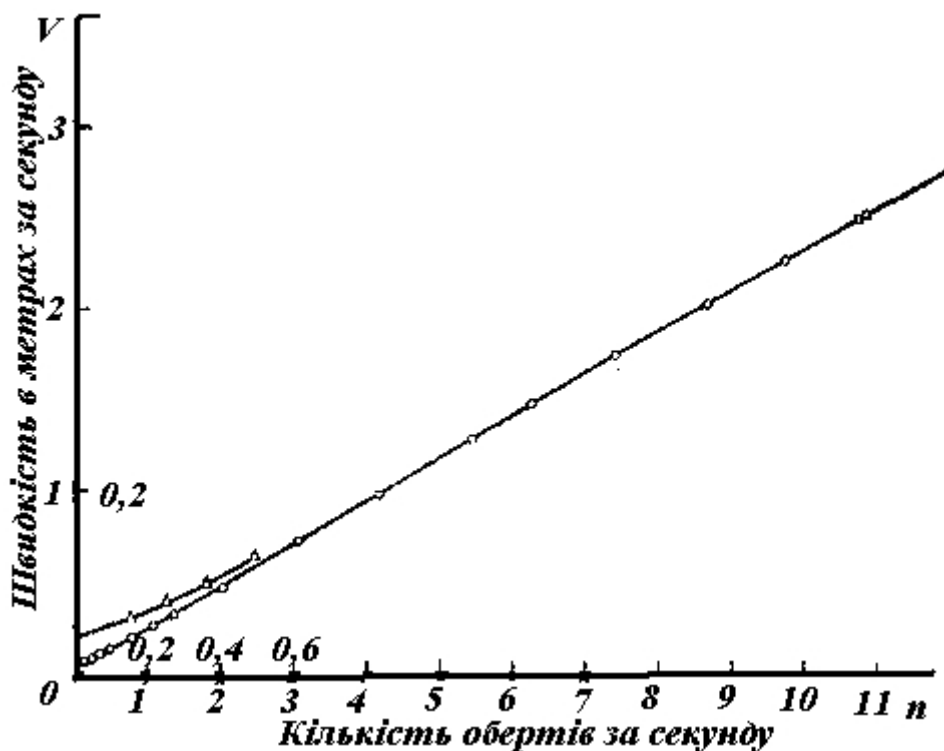


Рис. 3.5 - Тарувальна крива гідрометричного млинка

3.4 Визначення середньої швидкості течії на вертикалі аналітичним та графічним способами

Вимірювання швидкості на вертикалі виконується гідрометричним млинком в окремих точках, отож для вирахування середньої швидкості на

вертикалі потрібно зробити ряд операцій. Спочатку знаходять **середні швидкості руху води у точках на вертикалі** (окрім тих випадків, коли швидкості вимірюють млинком “ІСТ”, або іншим, з автоматичною системою підрахунку швидкості). При вимірі 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 млинок **число обертів між сигналами (Z_i) дорівнює 20**:

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

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

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

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

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

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

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

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

Формули даються в таблиці 3.1. Індeksi вказують на глибину, де було виміряно відповідну локальну швидкість.

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

Якщо вимірювання проводяться детальним способом за вільного русла, то в залежності від форми епюри вживають потрібну формулу для розрахунку середньої швидкості на вертикалі. В інших випадках епюру не будують.

Середня швидкість руху води у поперечному перерізі потоку ($V_{ср.}$, м/с) розраховується як середнє арифметичне із визначених середніх швидкостей на кожній вертикалі.

Таблиця 3.1 – Розрахунок середньої швидкості на вертикалі

Спосіб вимірювання швидкості в точках	Вільне русло
Детальний – правильна епюра	$V_{сер.5} = 0,1(V_{пов} + 3V_{0.2} + 3V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_{дно})$
Детальний – неправильна епюра	$V_{сер.5} = 0,05V_{пов} + 0,347(V_{0.2} + V_{0.6}) + 0,173V_{0.8} + 0,083V_{дно}$
Основний	$V_{сер.2} = 0,5(V_{0.2} + V_{0.8})$
Скорочений	$V_{сер.1} = V_{0.6}$ або $V_{сер.1} = 0,9V_{0.2}$
Спец. дослідження	$V_{сер.10} = 0,1(V_{пов} + V_{0.2} + ... + V_{дно})$
В руслі є рослинність (або лід)	
Детальний	$V_{сер.6} = 0,1(V_{пов} + 2V_{0.2} + 2V_{0.4} + 2V_{0.6} + 2V_{0.8} + V_{дно})$
Основний	$V_{сер.2} = 0,5(V_{0.2} + V_{0.8})$
Скорочений	$V_{сер.1} = 0,9V_{0.5}$
Спец. дослідження	$V_{сер.3} = 0,33(V_{0.15} + V_{0.5} + V_{0.85})$

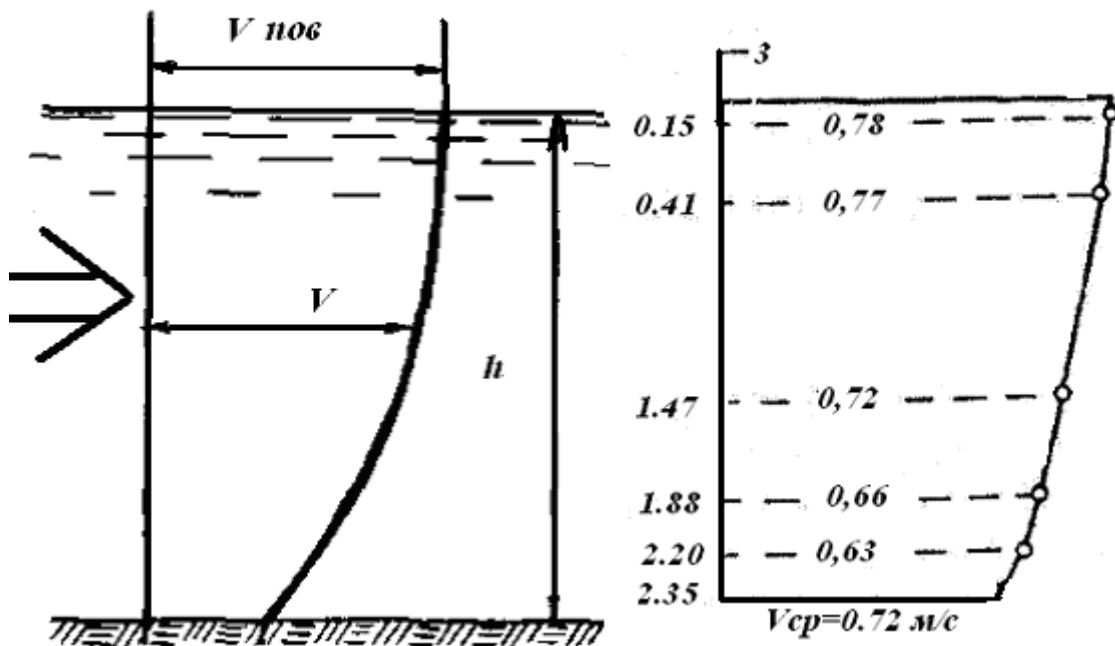


Рис. 3.6 – Епюра швидкостей течії на вертикалі

Точність розрахунку середньої швидкості на вертикалі аналітичним способом залежить від способу вимірювань локальних швидкостей: детальний спосіб має $\pm 6\%$; основний має $\pm 2-4\%$; скорочений $\pm 5\%$.

Графічний спосіб більш точний, полягає у побудові на листку міліметровки формату А₄ по вимірним даним епюри швидкостей на вертикалі. Масштаб обирають таким, як показує табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Масштаби побудови епюри швидкості

Для глибин		Для швидкостей	
$h_{\max}$, м	Масштаб (м/см)	$V_{\max}$, м/с	Масштаб (м/с в 1 см)
До 2	0,2	$\leq 0,5$	0,1
2-10	1	0,5-1	0,2
>10	2	>1	0,5

При побудові епюри треба мати на увазі, що локальні швидкості для «поверхні» і «дна» відкладаються на 15 см відстані (вглиб від поверхні, над дном). Далі, знаходять ціну поділки 1 см² побудованої епюри (помноживши вертикальний і горизонтальний масштаби). Далі методом палетки знаходять геометричну площу епюри (см²), помноживши її на ціну поділки площі отримують істинну площу епюри (F). Знаючи глибину вертикалі, обчислюють середню швидкість (м/с) за формулою:

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

3.5 Завдання до лабораторної роботи №3

Завдання № 1.

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

1. Методи вимірів швидкості течії води.
2. Як здійснюються точкові виміри 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. Метод тарування гідрометричних млиноків та її результати?
6. Визначення середньої швидкості руху води у точці?
7. Визначення середньої швидкості течії на вертикалі та у поперечному перерізі потоку.

Завдання № 2.

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

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 3, табл. 3.3–3.10) провести обчислення та заповнити таблицю «Результати тарування гідрометричного млинка» - обчислити $n=N/t$, $V=l/t$. По одержаним даним за допомогою простого олівця побудувати на міліметровці формату А₄ першу тарувальну криву $V=f(n)$. За рекомендаціями викладача розрахувати і заповнити тарувальну таблицю переведу швидкості ротора в швидкість потоку, побудувати другу детальну тарувальну криву. Приклад вигляду тарувального графіка наведено на рис. 3.5.

Завдання № 3.

Потрібно: розрахувати середню швидкість на вертикалі графічно та аналітично.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 3, табл. 3.11-3.18) за допомогою отриманої в попередньому завданні тарувальної кривої заповнити таблицю, провести обчислення за відповідною формулою для детального способу середньої швидкості на вертикалі. Для визначення форми епюри на листку міліметровки формату А₄ побудувати епюру швидкості по глибині та, виходячи з її правильності чи неправильності, застосувати відповідну формулу швидкості для детального способу. Потім обчислити середню швидкість на вертикалі графічним способом, як це описано в розділі 3.4. Порівняти отримані результати.

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

«ГІДРОМЕТРИЧНИЙ СТОР. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМУ ГІДРОСТВОРУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ»

4.1 Визначення течій поверхневими поплавцями

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

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

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

Поплавці – інтегратори (рис. 4.3) дають середню швидкість по глибині потоку, тому досить точні. Для розрахунку швидкості потоку використовують інтенсивність спливання таких поплавців. Виготовляються з парафіну, пластмасс, дерева, масла. Діапазон швидкості течії має становити 0-5 см/с, тому застосування таких поплавців обмежане.

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

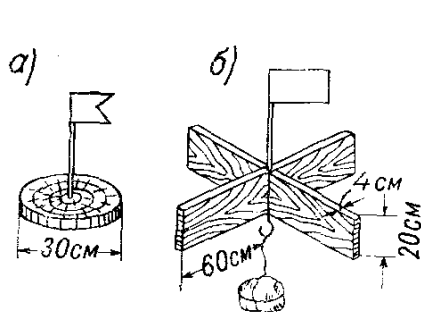


Рис. 4.1 - Поверхневі поплавці:
а – для малих річок;
б – для великих річок.

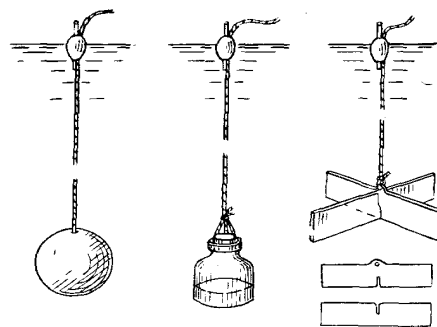


Рис. 4.2 - Глибинні поплавці:

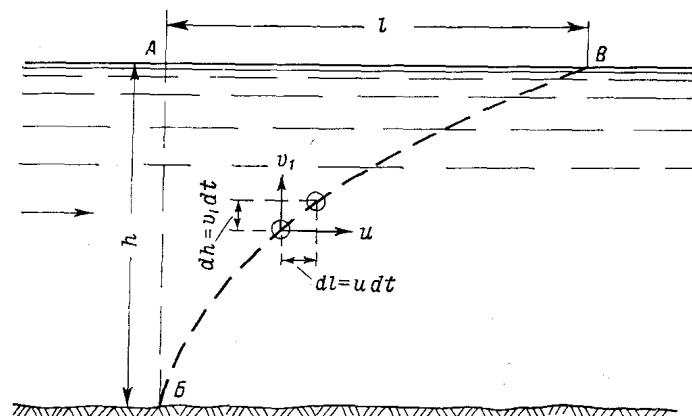


Рис. 4.3 – Принцип роботи поплавця-інтегратора

4.2 Визначення напрямку гідрометричного створу за допомогою поверхневих поплавців

При визначенні напрямку гідроствору поверхневими поплавцями роблять таке:

- 1) вибирають прямолінійну характерну ділянку річки довжиною дві ширини річки;
- 2) розбівають магістраль на березі, по якій тичками перпендикулярно закріплюються 3 поперечники на відстані 0,5-1 ширини річки, в 10 м вище першого поперечника призначають пусковий створ;
- 3) на березі встановлюють теодоліт, з пускового створу по черзі пускають 15-20 поплавців;
- 4) на всіх створах теодолітом фіксується місце перетинання поплавцем верхнього, середнього, нижнього створу (у вигляді кута або відстані від постійного початку - магістралі) і час ходу (секундоміром) між створами (розраховують швидкості руху поплавців $V=L/t$);
- 5) запис вимірювань теодолітом та секундоміром ведуть у таблицях за виміряними даними розраховують швидкості ходу поплавців від верхнього до нижнього створу;
- 6) на листку міліметровки формату А₄ відкладають магістраль, створи, урізи берегів у них, траєкторії ходу поплавців від верхнього до нижнього створу;
- 7) будують вектори швидкостей ходу поплавців в середньому створі у відповідному масштабі, напрям векторів береться по траєкторії ходу поплавців від верхнього до середнього створу;
- 8) по локальним векторам швидкостей у нижній частині графіку будують векторний багатокутник швидкостей (сполучають всі локальні вектори швидкостей, зберігаючи їх довжину і напрямок) і визначають його рівнодіючу, сполучивши початок і кінець багатокутника прямою;
- 9) істинний напрямок гідроствору визначається шляхом проведення нормалі (перпендикуляру) до рівнодіючої багатокутника, на місцевості істинний гідроствор закріплюють віхами і по ньому проводять вимірювання витрат води.

Схема графічного оформлення робіт наведена на рис. 4.4.

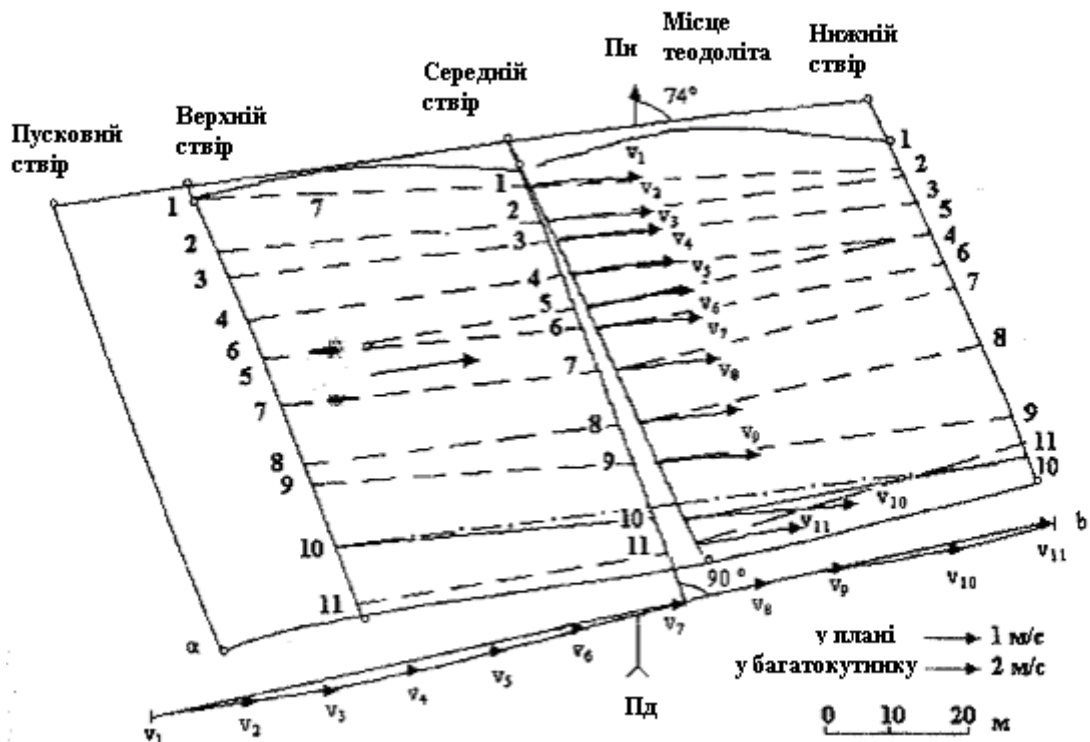


Рис. 4.4 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями

4.3 Визначення напрямку гідрометричного створу за допомогою гідрометричних млиноків і струємірів

При визначенні напрямку гідроствору поверхневими поплавцями роблять таке:

- 1) в створі призначаються промірні і швидкісні вертикалі (швидкісні призначають через одну промірну, всього до 10 вертикалей);
- 2) в створі виконуються промірні роботи;
- 3) на кожній швидкісній вертикалі на $0,6h$ вимірюють швидкість і напрямок течії (якщо треба детально встановити характер течій, роблять 5 точок – як при детальному способі);
- 4) для кожної швидкісної вертикалі обчислюють елементарну витрату води $q_{ел} = hv$;
- 5) рахують часткові витрати води між швидкісними вертикалями за виразом $q_{част} = q_{ел} * b$ (b – відстань між швидкісними вертикалями);
- 6) в масштабі на кожній швидкісній вертикалі відкладають вектори часткових витрат з врахуванням їх напрямку;
- 7) шукають замикаючий вектор, перпендикулярно до якого відкладають напрямок справжнього гідрометричного створу.

Вказане пояснюється на рис. 4.5.

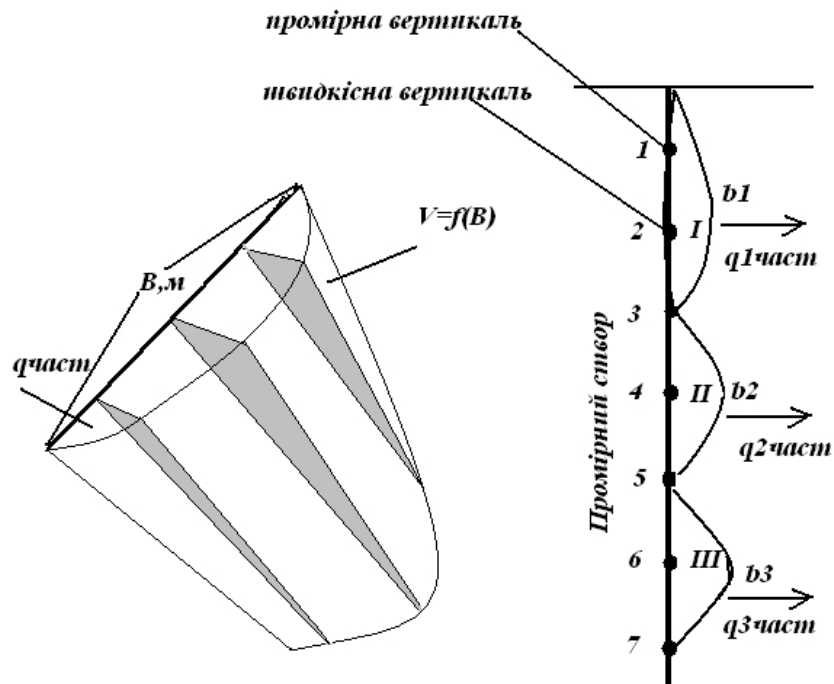


Рис. 4.5 – Схема визначення підрахунку часткових витрат води при визначенні напрямку гідроствору за допомогою гідрометричних млиноків і струємірів (B – ширина річки, м; b – відстань між швидкісними вертикалями, м; $q_{\text{част}}$ – часткові витрати води між швидкісними вертикалями)

4.4 Завдання до лабораторної роботи №4

Завдання № 1.

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

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

Завдання № 2.

Потрібно: визначити напрямок гідроствору за допомогою поверхневих поплавців.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 4, табл. 4.1-4.8) розрахувати швидкості ходу кожного поплавця, на листку міліметровки формату А₄

побудувати створи, відмітити місця перетину поплавцями верхнього, середнього, нижнього створу, провести траєкторії ходу, побудувати векторний багатокутник і визначити напрям справжнього гідроствору, як це показано на рис. 4.4 та описано в пункті 4.2.

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

5.1 Витрати води та способи їх вимірювання

Витрата води (Q) – це кількість води, яка протікає через переріз потоку за одиницю часу, вимірюється в кубічних метрах (або літрах) за секунду ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{л}/\text{с}$). Це важлива гідроекологічна характеристика, яка показує умови формування якості води у водоймі.

Вимірювання витрат води проводять двома методами:

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

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

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

5.2 Порядок робіт при вимірюванні витрат води поверхневими поплавцями

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

Вихідні дані: 1) відстань від верхнього до нижнього створів;

- 2) тривалість ходу поплавців між цими створами;
- 3) місце перетинання поплавцями середнього створу;
- 4) дані промірів глибин по середньому створу.

Хід визначення витрат води:

- 1) обчислюють поверхневу швидкість руху кожного поплавця за формулою $V=l/t$;
- 2) на міліметровці формату А₄ (або клітчатці книжки КГ-7М(н)) будують в обраному масштабі епюру швидкостей руху поплавців по ширині річки $V=f(B)$ (по полю локальних швидкостей окремих поплавців проводять плавну осереднену лінію);
- 3) аналізуючі епюру, намічають на ній швидкісні вертикалі через рівні проміжки, сполучаючи їх з промірними вертикалями;
- 4) знімають з епюри поверхневу швидкість течії в кожній швидкісній вертикалі;
- 5) за даними промірів обчислюють площі водного перерізу між швидкісними вертикалями (w_i);
- 6) обчислюють повну фіктивну витрату води в створі ($Q_{\phi}=\sum Q_{\phi i}$);
- 7) обчислюють коефіцієнт переходу (K) від фіктивної витрати води (Q_{ϕ}) до дійсної (Q_{∂});
- 8) розраховують дійсну витрату води Q_{∂} .

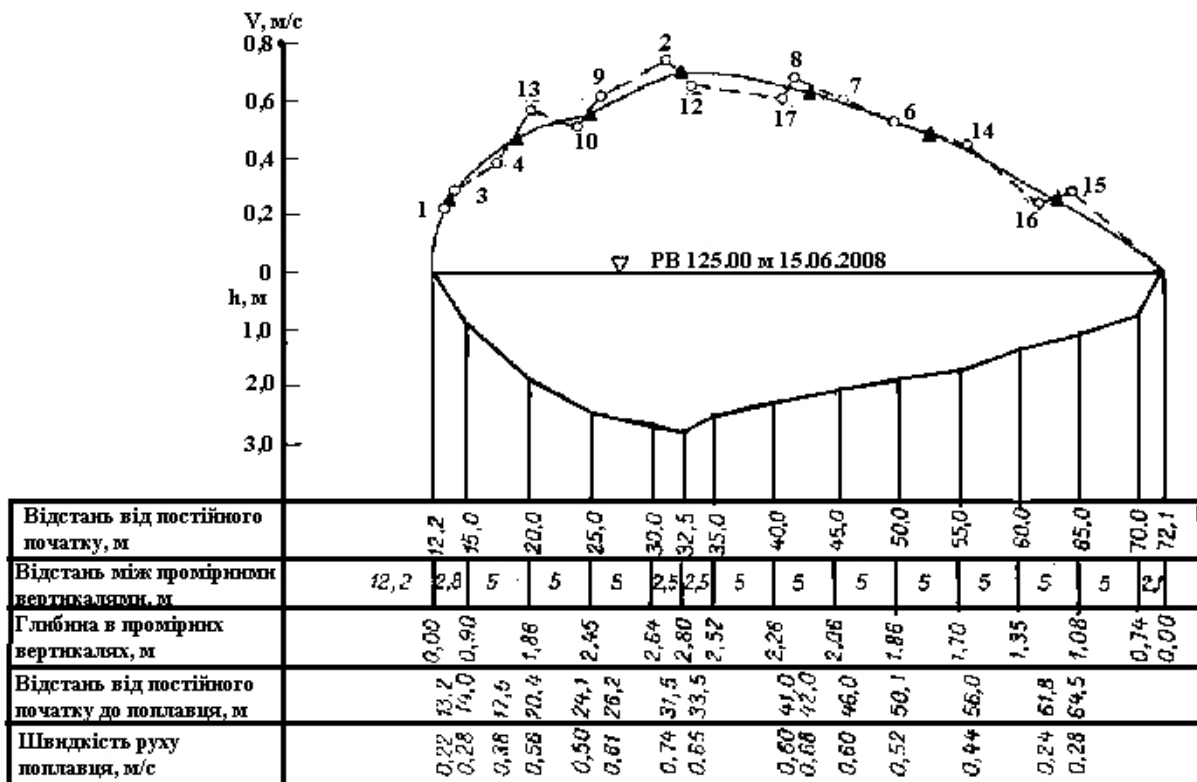


Рис. 5.1 – Розрахунок витрати води поверхневими поплавцями

5.3 Обчислення повної витрати води в гідростворі

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

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

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

де k – прибережний коефіцієнт; $v_1 \dots v_n$ – поверхневі швидкості на призначених умовних швидкісних вертикалях, які знімають з епюри $V=f(B)$ (графіка розподілу поверхневих швидкостей по ширині річки) (м/с); $w_1 \dots w_n$ – площі водного перерізу між швидкісними вертикалями (м²).

Коефіцієнт k залежить від характеру прибережної ділянки створу:

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

Дійсна витрата води обчислюється за формулою:

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

Для обчислення K можна використовувати різні способи:

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

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

- 2) по рекомендованій таблиці («Настанови гідрометстанціям і постам, вип. 6 ч.1» залежно від ширини річки;

- 3) за емпіричними формулами з використанням коефіцієнта Шезі (C):

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

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

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

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

- 4) визначають дійсну витрату води:

$$Q_d = Q_{\phi} K', \quad (5.7)$$

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

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

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

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

Таблиця 5.1 – Прийняті дані по розрахунку витрат води поверхневими поплавцями

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

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

заповнюють так: $V_{сер} = Q_0 / W$; V_{max} – знімають максимальну швидкість з побудованої епюри. Коефіцієнт K визначають як описано в п. 5.3, уклон водної поверхні I визначають при польових роботах.

5.5 Завдання до лабораторної роботи №5

Завдання № 1.

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

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

Завдання № 2.

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

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 5, табл. 5.2-5.9) розрахувати швидкості ходу кожного поплавця, робочий рівень, на листку міліметровки формату А₄ побудувати зуміщений графік епюри швидкостей поплавців та профіль водного перерізу річки в створі (за прикладом рис. 5.1), на епюрі намітити п'ять швидкісних вертикалей (через одну промірну), зняти в них швидкість течії, заповнити таблицю 5.10. В ній потрібно розрахувати часткові витрати між швидкісними вертикалями і нарешті – фіктивну витрату води за формулою 5.2 (коефіцієнт k прийняти рівним 0,8), потім обчислити дійсну витрату води за формулою 5.3 (коефіцієнт K прийняти рівним 0,8). Нарешті скласти та заповнити таблицю «Прийняті дані».

6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 «РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ, ВИМІРЯНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИМИ МЛИНКАМИ АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ»

6.1 Загальні відомості

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

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

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

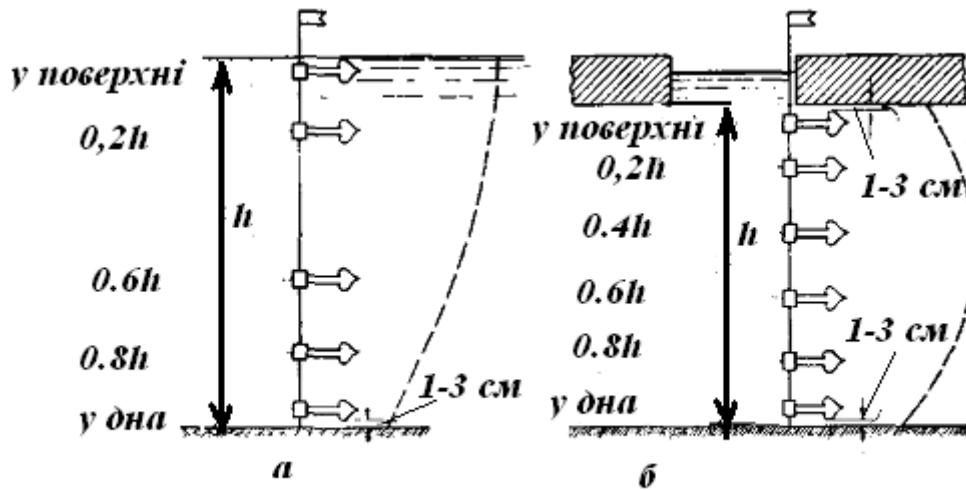


Рис. 6.1 - Розташування гідрометричного млинка на вертикалі при детальному способі вимірювань: а) при вільному руслі; б) за наявності льоду.

6.2 Порядок робіт при вимірюванні витрат води гідрометричними млинками

Порядок робіт при вимірюваннях витрат води гідрометричними млинками наступний:

- 1) підготовка та перевірка приладів;
- 2) розбивка та закріплення гідроствору (магістраль+визначення напрямку поверхневими поплавцями);
- 3) проведення необхідних промірних робіт в створі;
- 4) вимірювання млинком швидкостей течії в точках по глибині на швидкісних вертикалях млинком (за потреби користуючись тарувальною кривою млинка);
- 5) розрахунок середніх швидкостей на вертикалях за формулами відповідно до обраного способу вимірювань (таблиця 3.1);
- 6) обробка даних промірів – викреслення на міліметровому папері профілів водного перерізу в створі, розрахунок площі водного перетину і морфометрії створу;
- 7) обчислення фіктивної витрати води (формула 6.1);

- 8) обчислення дійсної витрати води (формула 6.2);
- 9) заповнення таблиці «Прийняті дані» у польовій книжці КГ-3М(н).

6.3 Обчислення повної витрати води в гідростворі

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

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

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

Дійсна витрата води обчислюється за формулою:

$$Q_o = KQ_{\phi}. \quad (6.2)$$

Коефіцієнти k , K визначаються аналогічно роботі 5.

6.4 Заповнення таблиці «Прийняті дані» в книжці КГ-3М(н)

За підсумками розрахунку витрат води в польовій книжці КГ-3М(н) заповнюють таблицю «Прийняті дані», куди вносять кінцевий результат обчислень. Приклад дається в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Прийняті дані по розрахунку витрат води гідрометричним млинком

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

Заповнення таблиці потребує деяких пояснень. Дані для стовбців №№ 1,3,4,5,6 отримують з накресленого профілю водного перерізу створу і розрахованим його морфометричним характеристикам. Стовбчик №2 заповнюють витратою води, розрахованою за формулою 6.2, стовпці № 7-8 заповнюють так: $V_{сер} = Q_o / W$; V_{max} – беруть максимальну швидкість з середніх на вертикалях. Коефіцієнт K визначають як описано в п. 5.3, уклон водної поверхні I визначають при польових роботах.

6.5 Завдання до лабораторної роботи №6

Завдання № 1.

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

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

Завдання № 2.

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

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 6, табл. 6.2-6.9) обробити дані промірів у створі та побудувати на міліметровці формату А₄ профіль водного перерізу в створі річки, обчислити площі водного перерізу, морфометричні показники створу. По варіанту (додаток 6, табл. 6.10-6.18) обробити дані вимірів на швидкісних вертикалях в створі гідрометричним млинком детальним способом. Для переходу від швидкості обертання ротора (n , об/сек) до істинної швидкості течії в точці (V , м/с) застосовувати тарувальну криву, яка для даного варіанту була отримана в роботі 3. На міліметровці формату А₄ для кожної швидкісної вертикалі побудувати епюру швидкості по глибині i , виходячі з форми епюри, застосувати відповідну формулу розрахунку середньої швидкості течії на вертикалі для детального способу (табл. 3.1). По формулам 6.1, 6.2 порахувати фіктивну та дійсну витрати води (коефіцієнти k , K прийняти 0,8 та 0,84 відповідно) та заповнити таблицю 6.19. Нарешті скласти і заповнити таблицю «Прийняті дані».

7 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

«ВІДБІР, ОБРОБКА ПРОБ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ЗАВИСЛИХ ТА ДОННИХ НАНОСІВ, ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ»

7.1 Загальні відомості

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

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

Витрата завислих наносів – це об'єм твердих часток, який проходить в одиницю часу крізь поперечний переріз створу (г/с, кг/с). Вона вимірюється за допомогою приладів – батометрів.

7.2 Прилади для відбору проб завислих наносів

7.2.1 Батометри повільного заповнення

Вакуумний батометр (ГР-61, рис. 7.1) – складається з вакуумного циліндру ємністю 3 л. Мається 4 крани (до першого крану під'єднують забірний шланг, у другий – насос для видалення повітря з циліндру, третій кран слугує сполученню з атмосферою, четвертий - для зливання проби). На циліндрі є шкала об'єму забору води. Прилад використовують на штанзі, лебідці. Прилад не використовується на висоті більше 2000 м, швидкість потоку не має перевищувати 3,5 м/с. Переваги – працює на глибоких річках, добре координується з млинком.

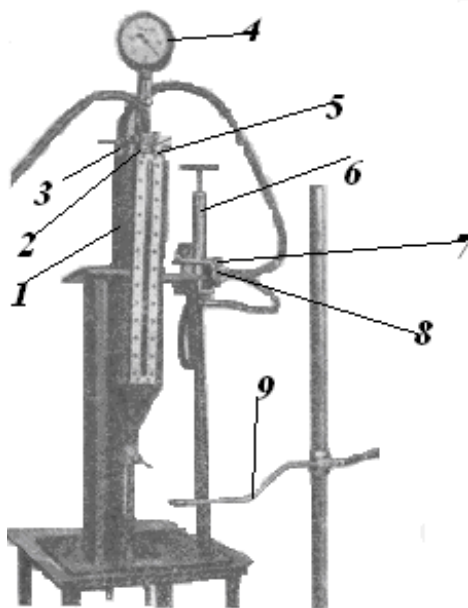


Рис. 7.1 – Батометр вакуумний ГР-61: 1) вакуумна камера; 2,3,5) крани для під'єднання шлангів; 4) вакуумметр; 6) насос; 7) кран-тройник; 8) трубка; 9) водозабірний наконечник.

Батометр-пляшка (на штанзі ГР-16М, у вантажі ГР-15М, рис. 7.2, 7.3) – скляна 1 л пляшка, яка закривається кришкою з двома трубками. Одна трубка спрямовується проти течії і потрібна для набору води, в залежності від швидкості течії вона має насадки різного діаметру. Друга

трубка видаляє повітря з приладу і спрямовується за течією. Батометр опускається на штанзі або тросі (в залежності від глибин), відбір проби інтеграційний або точковий. Прилад досить простий, дуже велика точність відбору проби з певного горизонту на вертикалі. Недолік - при великій течії прилад нестійкий, скляна пляшка схильна до розбивання.

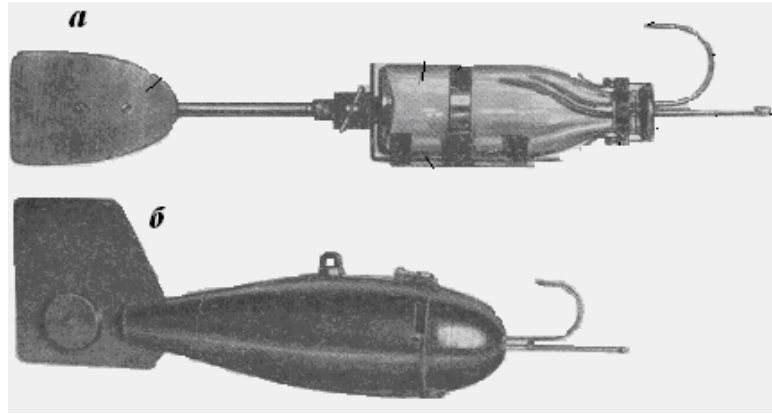


Рис. 7.2 – Батометр-пляшка: а) зі стабілізатором течії ГР-16М; б) у вантажі ГР-15М.

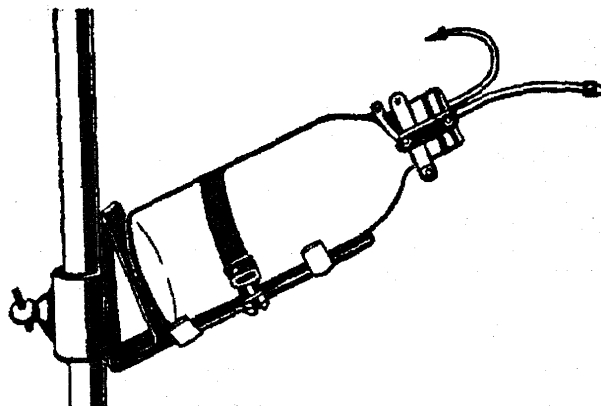


Рис. 7.3 – Батометр-пляшка на штанзі

7.2.2 Батометри миттєвого заповнення

Батометр Жуковського (рис. 7.4) – циліндр ємністю 1л з кришкою, яка миттєво захлопується, використовується в наукових дослідженнях.

Батометр Молчанова (ГР-18, рис. 7.5) – Два циліндри з оргскла ємністю по 2 л, вбудовані термометри. Маса приладу 7.5 кг, глибини – до 50 м. Кришки захлопуються завдяки пружинному пристрою, знизу циліндрів розташовані два зливних крани. Прилад підвішують на трос лебідки, перед опусканням на потрібну глибину треба звести пружинний пристрій (це відчиняє циліндри), після опускання на глибину треба витримати прилад 5 хвилин, потім ударом посильного вантажа, який

подається по тросу лебідки з поверхні, прилад під дією сили удару захоплює циліндри, прилад піднімають, пробу зливають, одночасно фіксують температуру води по термометрам в циліндрах. Батометр універсальний – може використовуватись на морях, озерах, водосховищах, річках.

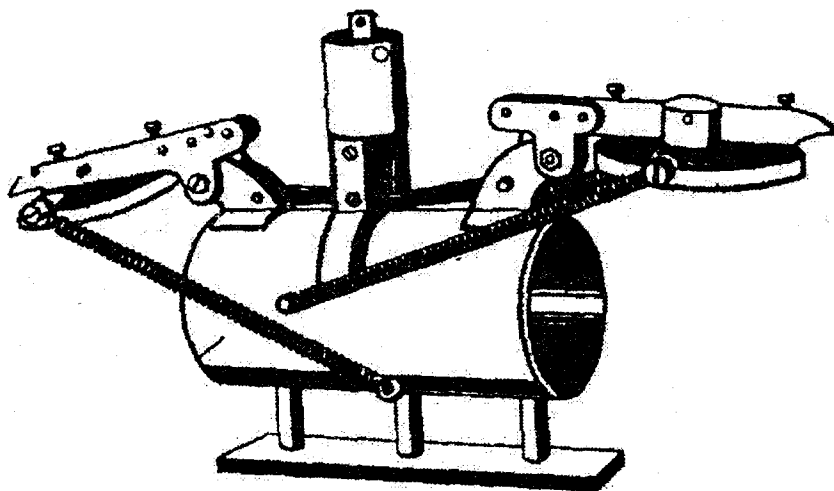


Рис. 7.4 – Батометр Жуковського

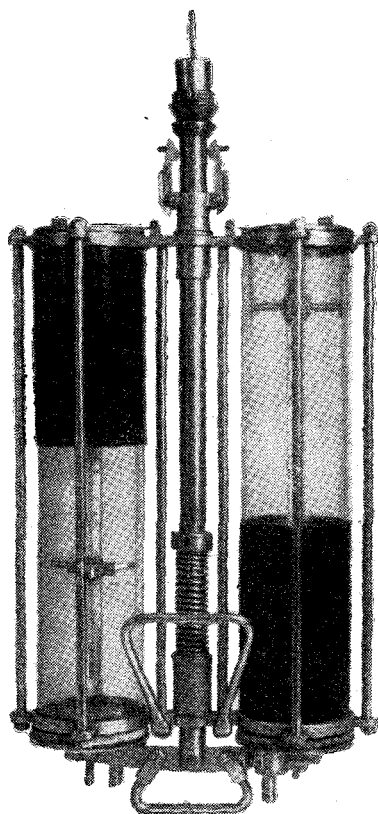


Рис. 7.5 – Батометр Молчанова ГР-18

Пробовідбірник типу ОТТ – 6 пляшок по 2л, наповнення йде дистанційно – з електропульту, використовують на глибинах до 20 м, швидкості течії 0,3-3 м/с.

Батометр морський (БМ-48) – металічний циліндр з двома наскрізними кранами на спільному важелі. Є рамка для встановлення глибоководного термометра. Прилади застосовуються «гірляндами» на тросі. Перед опусканням крани відчиняють, на глибині ударом посильного вантажу важель повертається і одночасно зачиняє всі крани батометрів. Ємність приладу 1 л, маса 4.3 кг.

7.3 Прилади для відбору проб донних наносів

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

Батометр «ДОН» (рис. 7.6,а) - розмір наносів до 1 см в діаметрі, маса приладу 30 кг, швидкості течії до 1,5 м/с, глибини – до 20 м. Прилад має стабилизатор, в кожусі встановлена пастка для наносів, в точці прилад витримують 10 хвилин, потім достають, наноси зсипають в тару.

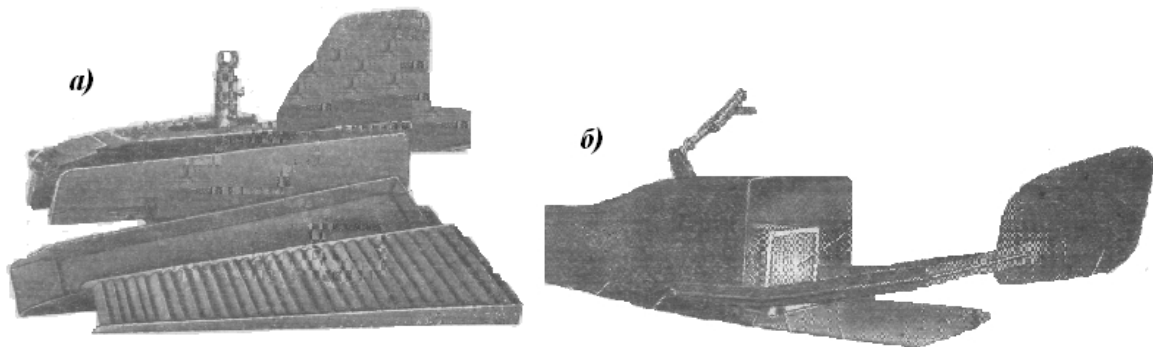


Рис. 7.6 – Батометри (по донним наносам): а) «ДОН»; б) Шамова.

Батометр Шамова (рис. 7.6, б) – призначений для дуже великих фракцій наносів при швидкостях до 2 м/с, є стабілізатор і сітка-пастка, великий недолік – прилад важкий.

Батометр-сітка (Пв-29, рис. 7.7, а) – наносоутримуюча камера з сіткою діаметром 0,5 X 0,5 м на кінці для уловлювання наносів (велика галька). Використовують на штанзі, недолік – неповністю уловлюються дрібні фракції наносів, отож результат проби неповний.

Ресстратор Солов'йова (рис. 7.7, б) – електронний прилад з чутливим фотоелементом, фіксуючим інтенсивність і силу ударів часток об нього, по силі і швидкості ударів з використанням даних о швидкості течії з мікромлинка (встановлюється в передній частині приладу) обчислюється витрата наносів в точці. Прилад використовують в наукових

експериментальних дослідженнях, а також на дистанційних гідрометричних установках ГР-64, ГР-70.

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

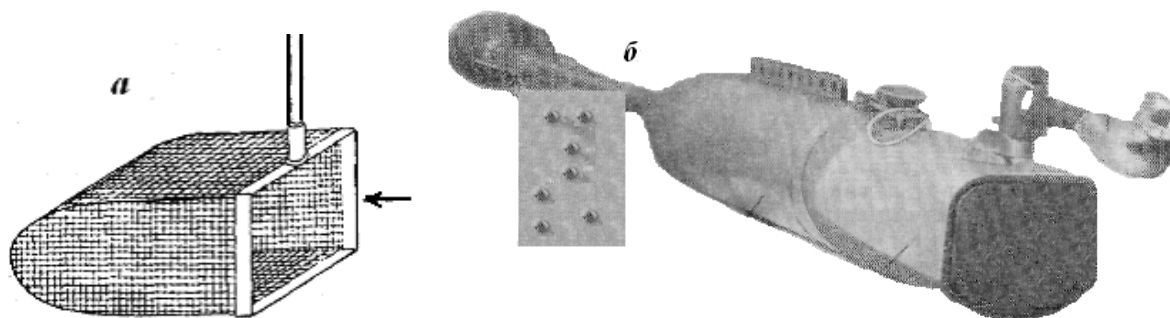


Рис. 7.7 Батометри: а) батометр-сітка (Пв-29); б) реєстратор Солов'йова.

7.4 Прилади для відбору проб донних відкладень

Донні відкладення грають важливу роль у формуванні якості води, гідролого-гідрохімічного і гідробіологічного режиму водойм. Вони вивчаються на основі проб, відбираємих в точках спостережень на створах або рейдових вертикалях. Проби підлягають лабораторному аналізу на фракційний, мінералогічний, фізико-хімічний склад.

7.4.1 Прилади для відбору проб ґрунту з порушенням його структури

Дночерпалка (ДЧ-0,025, рис. 7.8, а) – призначена для відбору проб на галечниково-гравелистих ґрунтах, має дві створки, опускається в розкритому стані на лебідці, при різкому її піднятті силою своєї ваги захоплює створки ковша (ділянка захоплення дна $0,025 \text{ м}^2$), проба виймається, прилад ополоскується.

Дночерпалка штангова (ГР-91, рис. 7.8, б) – використовується на штанзі на глибинах до 2 м і швидкостях течії до 2 м/с, на мулисто-піщаних м'яких ґрунтах. Прилад опускають, вдавлюють в ґрунт, знімають фіксатор, різко підіймають, пробу виймають.

Пробовідбірник (ГР-86, рис. 7.8, в) – розрахований на м'які ґрунти, використовується з дистанційними гідрометричними пристроями (ГР-64, ГР-70) або з лебідки. Маса приладу 40 кг, об'єм проби – 30 дм^3 .

Драга (рис. 7.8, г) – металічна рама і мішок для ґрунту (з щілинами на кінці для збору проби).

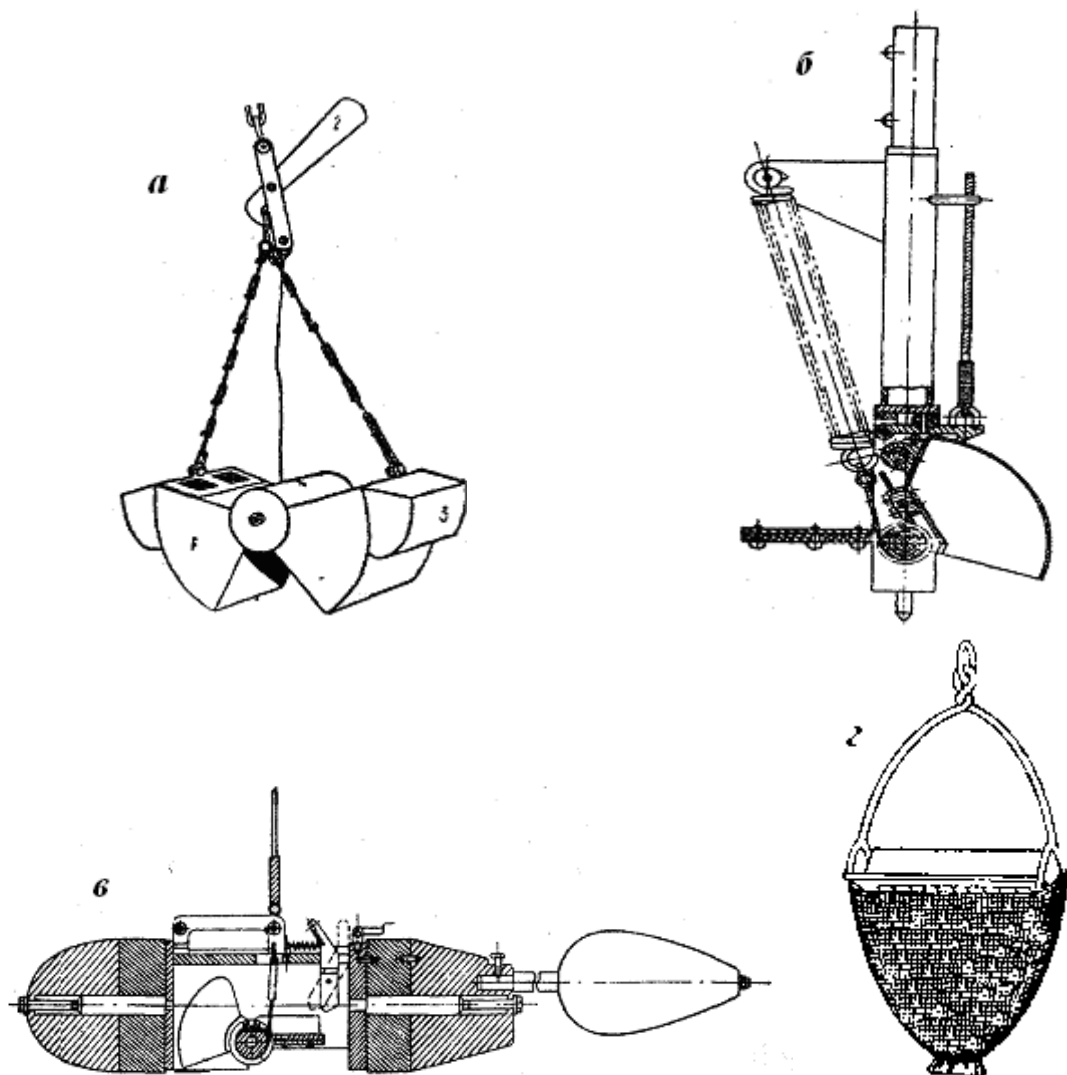


Рис. 7.8 – Прилади для взяття проб донних відкладень: а) дночерпалка ДЧ-0,025; б) дночерпалка штангова ГР-91; в) пробовідбірник ГР-86; г) драга.

7.4.2 Прилади для відбору проб ґрунту без порушення його структури

Щуп донний (ГР-69, рис. 7.9, а) – застосовують зі штанги (жердини) при глибинах до 6 м, на кінці розташований металічний ріжучий стакан 140X40 мм, який вдавлюється в ґрунт, відривається від дна (при цьому стакан перегортається), підіймається, проба виймається.

Щуп донний Аполова (рис. 7.9, б) – використовується при м'яких ґрунтах на великих глибинах, трубка має стабілізатор течії на одному кінці і вантаж (10 кг) із заборним стаканом (12X4 см) – на іншому кінці. Прилад на тросі кидають у воду, під своєю вагою він з прискоренням входить в ґрунт, при під'йомі стакан перегортається і забезпечує цілісність проби.

Грунтові трубки ГОІН (рис. 7.9, в) – використовуються на лебідках на великих глибинах в морях і водосховищах. Мають гладку форму, в падінні до дна під прискоренням вдавлюються в нього, потім підіймаються, проби виймаються.

Також зараз для вивчення ґрунтів дна використовують ехолоти.

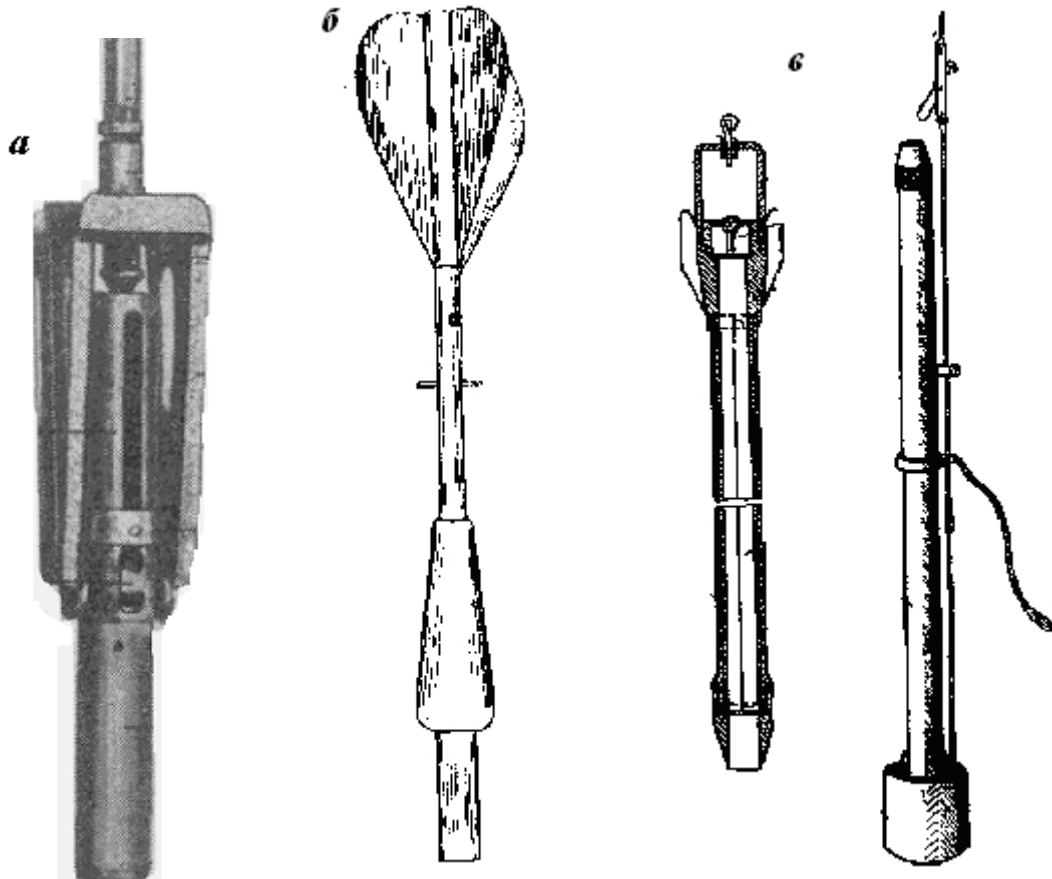


Рис. 7.9 - Прилади для відбору проб донних відкладень: а) щуп донний ГР-69; б) щуп донний Аполлова; в) ґрунтові трубки ГОІН.

7.5 Лабораторна обробка проб наносів та донних відкладень

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

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

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

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

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

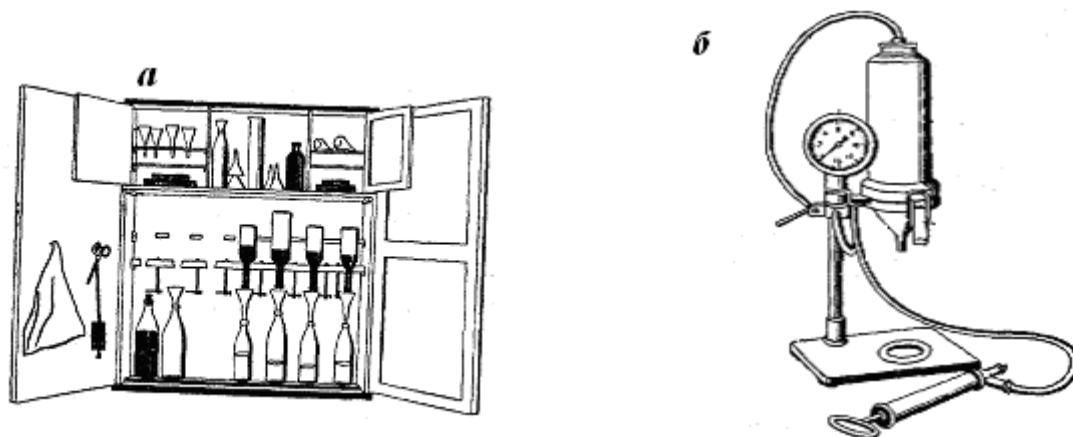


Рис. 7.10 – Обладнання для обробки проб наносів: а) фільтрувальна шафа; б) фільтрувальний прилад Куприна ГР-60

7.6 Обчислення витрат завислих наносів аналітичним способом

1) Відбір проб на каламутність проводиться в тих же створах на швидкісних вертикалях, де вимірюють витрати води. На кожній вертикалі проби відбирають в точках по глибині, проби фільтрують, фільтри сушать, зважують, знаходять **каламутність в точці (ρ , г/м³)**:

$$\rho = \frac{P * 10^6}{A}, \quad (7.1)$$

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

2) В кожній точці розраховують **одиничну витрату завислих наносів** (α , г/м²с):

$$\alpha = V * \rho, \quad (7.2)$$

де V – середня швидкість течії в точці).

3) Для кожної вертикалі розраховують $\alpha_{\text{ср}}$ (г/м²с) за формулою швидкостей:

$$\alpha_{\text{ср}}^{\text{дет}} = (\rho_{\text{ср}} V_{\text{ср}}) = 0,1(\rho_{\text{нов}} V_{\text{нов}} + 3\rho_{0,2} V_{0,2} + 3\rho_{0,6} V_{0,6} + 2\rho_{0,8} V_{0,8} + \rho_{\text{дно}} V_{\text{дно}}). \quad (7.3)$$

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

$$R = 0.001(k\alpha_1 w_0 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} w_1 + \dots + \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_n}{2} w_{n-1} + k\alpha_n w_n), \quad (7.4)$$

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

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

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

Також витрату завислих наносів можна більш точно знайти графічним способом.

Таблиця 7.1 – Прийняті дані по розрахунку витрат завислих наносів аналітичним способом

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

Продовження таблиці 7.1

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

7.7 Обчислення витрат донних наносів аналітичним способом

1) Вимірювання витрати донних наносів сполучають з вимірюванням витрат води і завислих наносів, в створі на кожній швидкісній вертикалі приладами у дна за 3-5 підходів беруть пробу, після виймання батометра пробу наносів вилучають, сушать, відсилають до лабораторії на зважування та фракційний аналіз.

2) Після зважування для кожної вертикалі розраховують елементарну витрату донних наносів (g , г/мс):

$$g = \frac{P_{\phi}}{lt}, \quad (7.5)$$

де P_{ϕ} - вага наносів в пробі (г); t – час витримання батометра у точці вимірів (с); l – розмір вхідного отвору батометра (м²).

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

$$G = 0.001 \left(\frac{g_1}{2} b_0 + \frac{g_1 + g_2}{2} b_1 + \dots + \frac{g_{n-1} + g_n}{2} b_{n-1} + \frac{g_n}{2} b_n \right), \quad (7.6)$$

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

Польові дані спостережень за витратами донних наносів заносять до книжки КГ-8.

7.8 Завдання до лабораторної роботи №7

Завдання № 1.

Потрібно: скласти теоретичну записку до роботи № 7 шляхом відповідей на наступні контрольні питання:

1. Які існують прилади для відбору проб завислих наносів?
2. Які існують прилади для відбору проб донних наносів?

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

Завдання № 2.

Потрібно: обчислити витрату завислих наносів аналітичним способом.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 7, табл. 7.2-7.9) обробити дані зважування фільтрів, кожний з яких містить профільтровану пробу води на каламутність, котра, в свою чергу, відбиралась в створі на певних горизонтах в швидкісних вертикалях детальним способом. Потрібно по кожній пробі послідовно визначити каламутність, одиничну витрату наносів, потім розрахувати одиничну витрату наносів по кожній вертикалі, нарешті за формулою 7.4 отримати повну витрату зважених наносів в створі (R , кг/с).

При розрахунках треба використати дані по глибинам і швидкостям на відповідних швидкісних вертикалях зі свого варіанту по роботі №6. За підсумками розрахунків скласти та заповнити таблицю «Прийняті дані».

Завдання № 3.

Потрібно: обчислити витрату донних наносів аналітичним способом.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 7, табл. 7.10-7.17) обробити дані зважування проб донних наносів, кожен з яких відібрали на відповідній швидкісній вертикалі в створі. Дані по глибинам, відстані від постійного початку, відстані між швидкісними вертикалями взяти з роботи №6 по своєму варіанту. За формулою 7.5 треба порахувати елементарні витрати донних наносів g (г/мс), по формулі 7.6 розрахувати повну витрату донних наносів в створі G (г/мс).

8 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

«МЕТОДИКА ПОЛЬОВИХ ГІДРОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. ВІДБІР ТА ОБРОБКА ПРОБ ВОДИ. ОБЧИСЛЕННЯ СТОКУ РОЗЧИНЕНИХ РЕЧОВИН»

8.1 Система гідрохімічного моніторингу поверхневих вод України

При використанні річок та водосховищ для різних потреб (водопостачання, рибе господарство, зрошення, промисловість) важливо знати та враховувати хімічний склад води і кількість розчинених в ній

речовин. Взагалі, вміст розчинених речовин залежить від водності річки – в межінь, за малої водності, живлення річки проходить за рахунок підземних вод і концентрації більшості іонів максимальні. В періоди підвищення водності (водопілля, паводки) проходить змив хімічних речовин у річку, але у великому об'ємі водного стоку проходить розведення і тому концентрації іонів зазвичай суттєво зменшуються, хоча стік розчинених речовин при цьому зростає – адже напряду залежить від водного стоку річки. Також певний вплив на стік розчинених речовин має господарська діяльність на річковому водосборі, скидання стічних вод, фізико-географічні умови водосбору.

Хімічний склад води досліджують шляхом відбору проб на постах моніторингу якості води (річки) та станціях контролю (рейдові вертикалі на озерах, водосховищах, морях). Проби води відбирають з поверхні емальованим цебром (на річках); з поверхні та по глибині батометрами (ГР-15, 16, 18, БМ-48) (на озерах, водосховищах, морях).

В Україні гідрохімічний моніторинг проводиться:

- 1) Міністерство охорони довкілля (держуправління в регіонах, екологічні інспекції, геологічні організації);
- 2) Міністерство охорони здоров'я (санітарно-епідеміологічні органи);
- 3) Міністерство агропромислової політики;
- 4) Міністерство з надзвичайних ситуацій (органи гідрометслужби);
- 5) Державний комітет з будівництва;
- 6) Державний комітет з водного господарства.

Кожний суб'єкт моніторингу має власні програми, місця для спостережень та інколи інтереси цих відомств перетинаються і моніторинг одного і того ж об'єкту проводять декілька організацій. За законодавством вони мають координувати свої зусилля та обмінюватись інформацією, надавати її всім зацікавленим сторонам, але реально цього поки нема.

Найдавнішою і системною є мережа гідрохімічного моніторингу в системі Держводгоспу та гідрометслужби України.

В повноваженні Держводгоспу є контроль якості води в межах питних і технічних водозаборів, меліоративних систем, всього в Україні зараз діє 324 створи контролю.

В системі гідрометслужби України моніторинг ведеться з 30-х років минулого століття, з 1974 року – на системній основі після початку роботи централізованої системи ЗДССК (загальнодержавна система спостережень і контролю стану довкілля). Гідрохімічні спостереження проводяться в 255 пунктах в 406 створах, де систематично відбираються проби на хімічний аналіз, який проводиться в 12 регіональних лабораторіях, в кожній пробі визначається сумарно до 45 показників якості. Також працює система гідробіологічного моніторингу стану довкілля (90 пунктів, 172 створи). Вся регіональна режимна інформація подається до Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) в м.Київ, де вона обробляється,

систематизується, зберігається. Інформація друкується у стандартних виданнях водного кадастру: серія щорічників (гідрологічних, гідрохімічних, метеорологічних) та оглядові монографії.

По кожному посту складають річні таблиці хімічного складу води, де кажуть дату відбору проби, витрату води на цю дату, концентрації хімічних речовин. До 1975 року ці відомості друкувались в гідрологічних щорічниках, в 1976-1983 рр. – в щоквартальних гідрохімічних бюлетнях, з 1984 року – в щорічниках якості поверхневих вод суші. На основі цих таблиць хімічного складу води обчислюють якість води а також оцінюють сток розчинених речовин даної річки.

8.2 Програми спостережень та категорії гідрохімічних постів

Всі пости мережі гідрохімічного моніторингу поділяються на 4 категорії, які визначають періодичність і програми спостережень в них. Пункти 1,2, 3, 4 категорії розташовують на водоймах с високим, середнім, низьким, фоновим рівнем забруднення відповідно.

В єдиному на Україні пункті 1-ї категорії (річка Сіверський Донець – місто Лисичанськ) щоденно проводять спостереження за рівнем, температурою води, питомою електропровідністю, вмістом кисню. Також тут щодавно вимірюють кислотність, завислі речовини, ХПК, БСК, 4 специфічних речовини, витрату води. Щомісячно вимірюють забруднюючі речовини: нафтопродукти, СПАР, нітрати, нітроти, амоній, феноли, важкі метали (хром, цинк, мідь, марганець). В основні фази водного режиму (водопілля, паводки, межінь) визначають головні іони, комплекс забруднюючих речовин.

В єдиному пункті 2-ї категорії (Київське водосховище – місто Київ) проби відбираються щодавно, щомісячно і в основні гідрологічні фази.

В пунктах 3-ї категорії (79 постів) проби відбирають щомісячно і в основні гідрологічні фази.

В пунктах 4-ї категорії (159 постів) проби відбирають в основні гідрологічні фази, на річках Карпат, Криму відбирають 4 проби на рік.

Створи контролю розташовують коло діючих гідрологічних постів з метою охопити контролем головних забруднювачів, іноді встановлюють кілька створів на одному гідрохімічному посту – вище та нижче джерела забруднень. Разом з гідрохімічною ланкою діє гідробіологічний моніторинг по індикативним видам фіто-, зоо- планктону.

Окрім вказаних вище пунктів стаціонарної мережі моніторингу в системі ЗДССК діють експедиційні і спеціальні пости. В експедиційних постах дослідження проводяться з метою рекогносцировки або за неможливості організації мережі стаціонарних постів. На спеціальних постах детально вивчають процеси формування стоку води та гідрохімічного режиму водойм, воднобалансові процеси.

8.3 Методи польового та лабораторного гідрохімічного аналізу

Сучасні методи хімічного аналізу природних вод поділяють на:

- 1) хімічні (ваговий, об'ємний аналізи) – титрування (визначення кислот, луг, CO_2 , HCO_3 , O_2 , Ca , Mg , SO_4 , Cl , окислюваності);
- 2) електрохімічні (потенціометричний, кондуктометричний, полярографічний);
- 3) оптичні (фотометричний, люмінесцентний, спектральний, спектрофотометричний аналіз);
- 4) фотохімічні;
- 5) хроматографічні;
- 6) радіохімічні.

Саме на цих методах заснований принцип роботи сучасних приладів для польової гідрохімії та лабораторний аналіз проб води.

8.4 Визначення головних фізико-хімічних властивостей води

Послідовність робіт при відборі проб на хімічний аналіз:

- 1) визначення головних фізико-хімічних властивостей води;
- 2) відбір проб води певного об'єму (2,5 л);
- 3) консервація проб (хлороформом, формаліном, тощо);
- 4) маркування проби та відправлення її до лабораторії.

Головні фізико-хімічні властивості води:

- 1) температура (вимірюють водним термометром в оправі, перекидним глибоководним термометром, електротермометром (рис. 8.1));
- 2) прозорість (в см вимірюють диском Секі, рис. 8.2);
- 3) кольоровість (в ° за стандартною шкалою кольоровості, рис. 8.3);
- 4) смак води (визначають органолептично);
- 5) запах води (визначається в порівняльно – словесній формі);
- 6) показник рН (або кислотність) води (визначають по колориметричній стандартній шкалі, індикаторному лакмусовому паперу, приладами рН-метрами – «РН-150М»);
- 7) вміст CO_2 та CO_3 (титруванням);
- 8) вміст розчиненого кисню (йодометричний метод Вінклера, прилади «Екотест-2000», «АЖА-101М», тощо).

Всі результати визначення фізико-хімічних властивостей води (так званий «аналіз першого дня») фіксують в польовій книжці КГ-9 (корінець заповнюють і наклеюють на ємність з пробою води, яку потім відсилають на лабораторний аналіз). Ці показники треба визначати негайно при відборі проби води, бо через малий час вони різко змінюються і некоректно відобразять якість води в цілому.

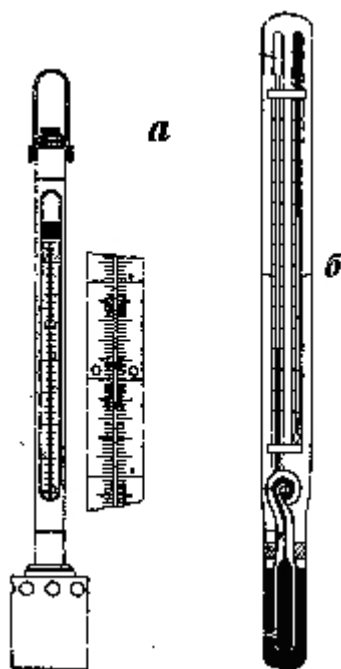


Рис. 8.1 - Водні термометри: а) термометр в оправі; б) перекидний термометр.

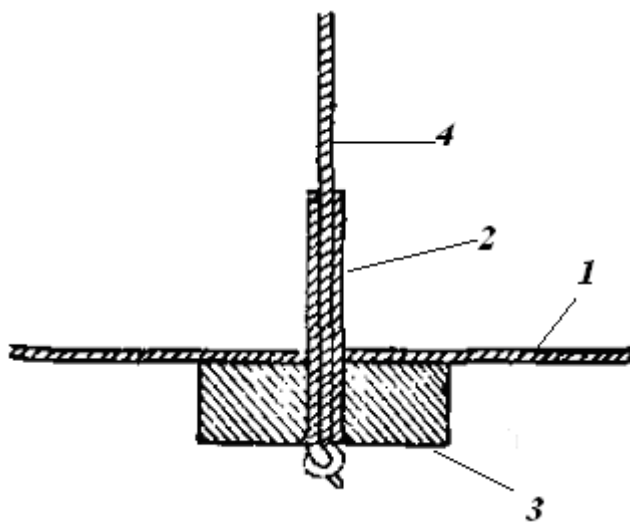


Рис. 8.3 - Диск Секі (для визначення прозорості води): 1) металеве коло (пластина білого кольору); 2) втулка; 3 - вантаж; 4 – трос.

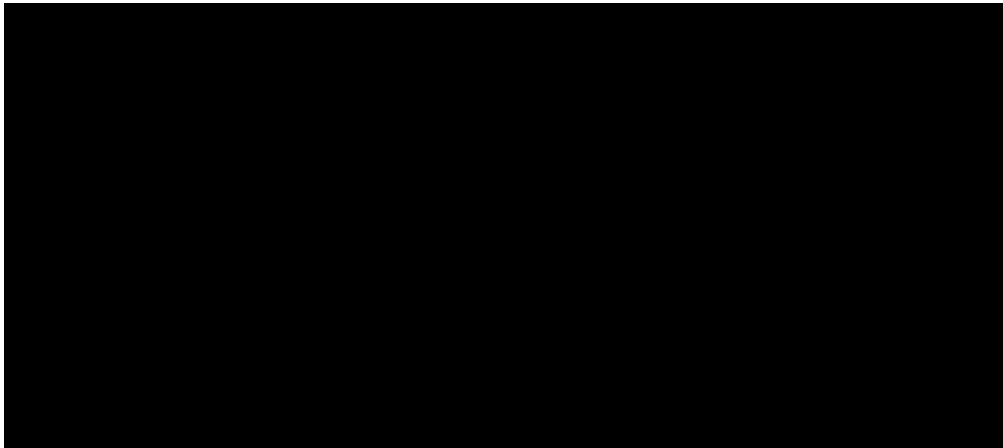


Рис. 8.3 – Стандартна шкала кольоровості

8.5 Прилади для польових гідролого-гідрохімічних досліджень

В наш час існує багато приладів, які дозволяють проводити хімічний аналіз відібраних проб води просто на місці, більшість з них заснована на потенціометричному методі і являє собою блок індикації, до якого під'єднують іонселективні електроди (тобто, електроди на кожен конкретний іон), результати занурення електроду у пробу видаються на цифровому табло в масовій або об'ємній концентрації (мг/дм³).

Прилад «АЖА-101М» (рис. 8.4) - для визначення концентрації розчиненого кисню і температури води. Вміст кисню визначається в діапазоні 0...500 % насичення або 0...50 мг/дм³. Температура 0... + 50°C. Живлення приладу мережеве (220 В) або автономне (6В). Складається з перетворювача та вимірювального пристрою занурювального типу. В самому приладі враховані поправки вимірювальних показників на атмосферні температуру, тиск, вологість. Час витримки приладу у воді – 5 хвилин, покази знімають з табло. Маса приладу – 4 кг.

Прилад «Екотест-2000» (рис. 8.5) - вимірює температуру, рН, БСК, окремі іони (27 іонів). Портативний (вага 0,4 кг) прилад з автономним (6В) або мережевим (220 В) живленням. Працює з комплектом іонселективних електродів занурювального типу, котрі під'єднуються до вимірювального пристрою з мікропроцесором, індикація видається на цифровому табло в мг/дм³. рН вимірюється в межах 1...14, вміст іонів 0...10000 мг/дм³, кисню 0...200% або 0...20 мг/дм³, температури 0...+50°C.

Прилад «Іономір І – 160» (рис. 8.6) вимірює концентрації багатьох іонів в залежності від використаного іонселективного електроду. Показник рН вимірюється в діапазоні -20...+20, концентрації іонів 0,1...1000000 мг/дм³, температура -20...+150°C, передбачена інтеграція з ПК, живлення – мережеве, вага приладу 5 кг.

Прилад «РН-150М» (рис. 8.7) вимірює температуру ($-10...+100^{\circ}\text{C}$) та рН води ($0...14$) з похибкою $\pm 2\%$. Живлення мережеве (220 В) або автономне (6В). Робота в стаціонарному або польовому режимі.

Прилади-фотоколориметри (КФО, ФЕК-56) (рис. 8.8) призначені для вимірювання концентрації іонів в залежності від того, наскільки вони змінюють оптичну прозорість води. За стандартними калібрувальними розчинами даної речовини будується градуїровочна крива залежності концентрації речовини від оптичної густини води, потім вимірюють оптичну густину проби і по графіку можна отримати готову концентрацію речовини. Прилади цього типу, незважаючи на свої габарити, мережеве живлення, можуть використовуватись в стаціонарних умовах (на посту), дуже надійні та використовуються для визначення вмісту у воді біогенних речовин та важких металів – нітратів, нітритів, фосфатів, колоїдних речовин, заліза тощо.

Ваги «AXUS D-50» (рис. 8.9) - електронні ваги для високоточних лабораторно-польових зважувань (20 мг...50 г) з похибкою $\pm 0,5$ мг. Індикація – на цифровому табло, живлення мережеве. Важливо дотримуватись рівноваги приладу (по пухірцевому рівню), температуру $18...33^{\circ}\text{C}$, вологість до 80%. Маса приладу 4.5 кг, є комутація до ПК.



Рис. 8.4 - Киснемір АЖА-101 (М)



Рис. 8.5 - Прилад «Екотест-2000»

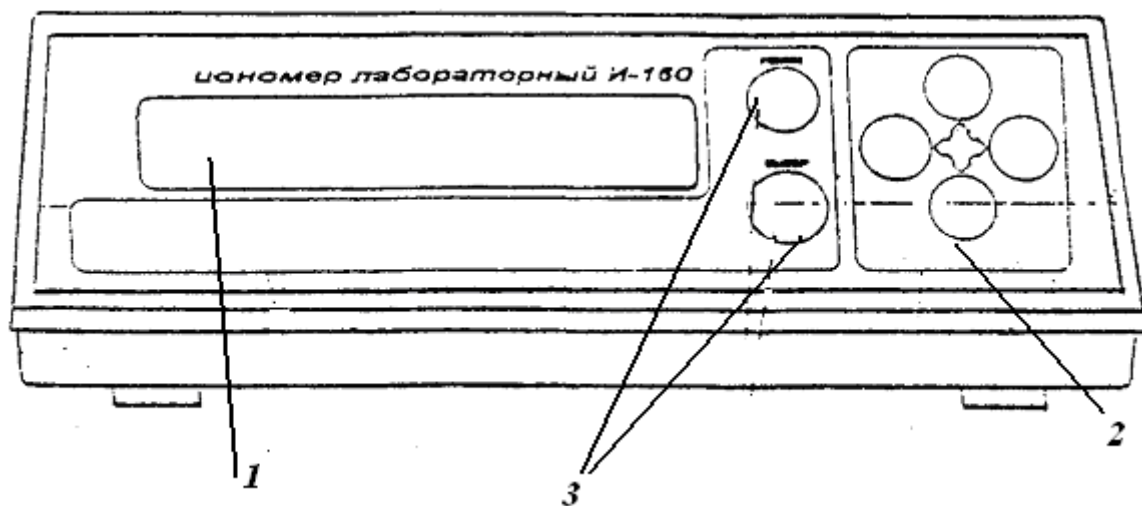


Рис. 8.6 - Прилад – іономер І-160: 1) цифровий дисплей; 2) органи керування; 3) органи вибору режиму вимірювання.

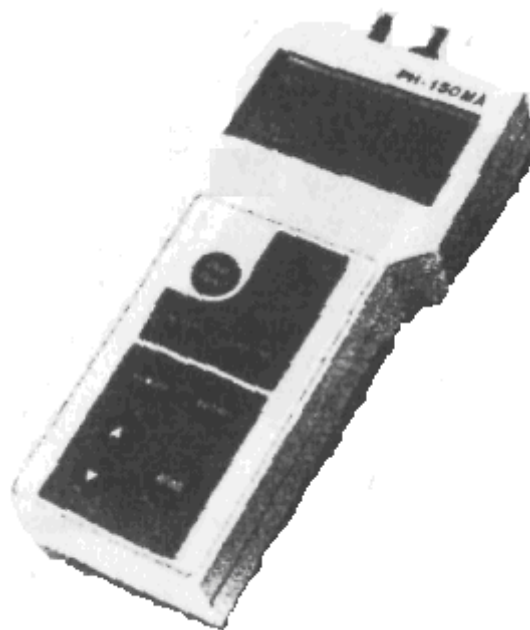


Рис. 8.7 - Прилад «РН-150 (М)».

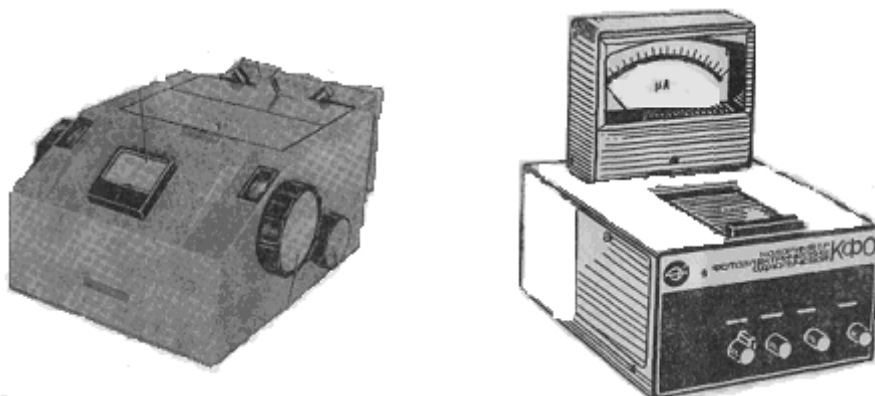


Рис. 8.8 – Прилади – фотокалориметри («ФЕК-56 М», «КФО»)

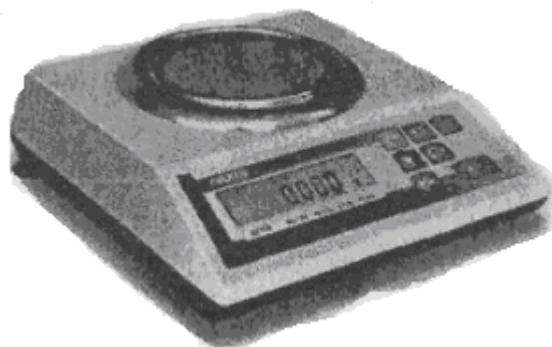


Рис. 8.9 - Ваги електронні «Axis D-50»

Маршрутна гідрохімічна лабораторія для аналізу води (МЛАВ) (рис. 8.10)– призначена для масштабних гідрохімічних робіт. Дозволяє за 30-40 хвилин отримувати вміст у воді іонів Fe^{2+} , Fe^{3+} , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , pH , загальну і карбонатну жорсткість, вміст сірководню, діоксиду вуглецю, кисню, фізичних властивостей води. Маса приладу 2,5 кг, розрахований на аналіз 200 проб води.

Полева гідрохімічна лабораторія Коновалова – призначена для проведення ґрунтовних гідрохімічних досліджень безпосередньо поблизу водойми. Можливо визначення таких гідрохімічних показників: Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , pH , вміст важких металів.

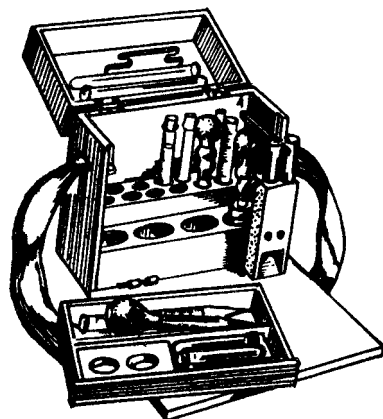


Рис. 8.10 - Маршрутна гідрохімічна лабораторія для аналізу води (МЛАВ)

Польова гідрохімічна лабораторія для загального аналізу води (ПЛАВ) (рис. 8.11) - призначена для польових робіт по гідрохімічному дослідженню річок. Дозволяє за допомогою простих приладів визначати вміст у воді pH (4...8.2), Fe^{2+} , Fe^{3+} , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , діоксиду вуглецю. Складається з наборів відповідних реактивів, повна маса 35 кг, розрахована на аналіз 200 проб води.

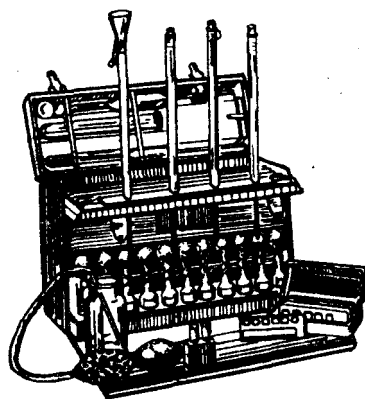


Рис. 8.11 - Польова гідрохімічна лабораторія для загального аналізу води (ПЛАВ)

8.6 Стандартний спосіб розрахунку річкового іонного стоку

Стік розчинених речовин (іонний, хімічний стік) – це кількість органічних та неорганічних речовин, які знаходяться в молекулярно-іонному та колоїдному (розмір частинок $\leq 10^{-5}$ см) стані, яка виноситься річкою з певної території за певний часовий проміжок.

В практичних розрахунках розраховують як стік окремих іонів, так і сумарний іонний стік. Вхідна інформація для розрахунку загального іонного стоку річки – це показник мінералізації її води (ΣM).

Порядок виконання робіт:

1) обчислюються щоденні витрати іонного стоку за даними вимірювань S (кг/с):

$$S = \frac{[\sum M] * Q}{1000} ; \quad (8.1)$$

2) за обчисленими S будують на листку міліметрового паперу формату А₄ залежність $S=f(Q)$ (приклад – на рис. 8.12);

3) за отриманим графіком знімають витрати іонного стоку на кожен добу по відомій величині Q (по річній таблиці щоденних витрат води);

4) заповнюють річну таблицю щоденних витрат іонного стоку S_i - обчислюють середньомісячні та середньорічні значення, максимальне та мінімальне за рік;

5) в річній таблиці витрат іонного стоку додатково розраховують **абсолютні та питомі показники водного та іонного стоку**: середньорічну витрату води $\bar{Q}$ (м³/с), об'єм стоку води за рік W (млн. м³), середньорічний модуль стоку води M (л/с*км²), середньорічну витрату іонного стоку $\bar{S}$ (кг/с), об'єм іонного стоку r (тон/рік), середньорічний модуль іонного стоку R (т/рік*км²) (за формулами 8.2 – 8.5):

$$W = T * \bar{Q} , \quad (8.2)$$

$$M = \frac{1000 \bar{Q}}{F} , \quad (8.3)$$

$$r = T * \bar{S} , \quad (8.4)$$

$$R = \frac{r}{F} , \quad (8.5)$$

де T - час в секундах, F – площа басейну, км²;

6) на листку міліметровки формату А₃ будують річний графік ходу водного та іонного стоку річки (приклад – на рис 8.13).

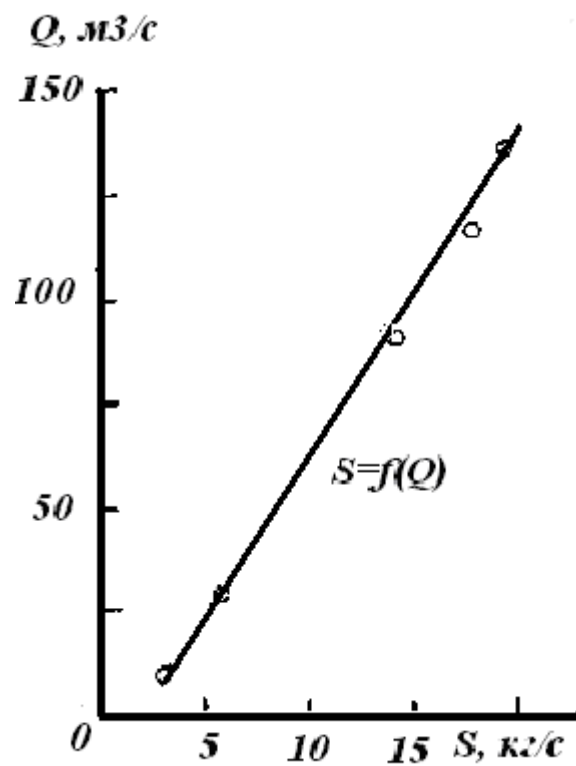


Рис. 8.12 - Залежність $S=f(Q)$ р. Прут – м.Чернівці 2008 р.

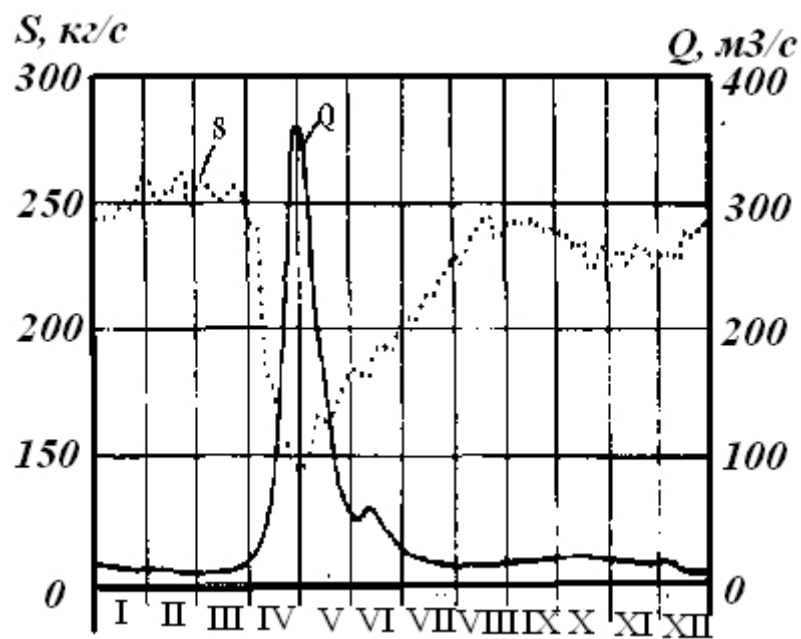


Рис. 8.13 – Графік ходу водного та іонного стоку р. Прут – м.Чернівці за 2008 р.

8.7 Завдання до лабораторної роботи №8

Завдання № 1.

Потрібно: скласти теоретичну записку до роботи № 8 шляхом відповідей на наступні контрольні питання:

1. Які установи відповідні за гідрохімічний моніторинг в Україні?
2. Які категорії гідрохімічних постів моніторингу існують в Україні?
3. Які головні методи хімічного аналізу використовують в Україні?
4. В чому полягає поняття «аналіз першого дня»?
5. Які основні фізико-хімічні властивості води?
6. Які прилади використовують в гідрохімічних роботах на Україні?
7. Назвіть етапи підрахунку іонного стоку стандартним способом.
8. Що розуміють під поняттям «стік розчинених речовин»?
9. Які абсолютні та питомі показники характеризують стік розчинених речовин?
10. Фізична суть модулю іонного стоку R .

Завдання № 2.

Потрібно: скласти річну таблицю щоденних витрат іонного стоку стандартним способом.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 8, табл. 8.1 – 8.8) розрахувати за формулою 8.1 виміряні витрати іонного стоку на дати відбору проб води на хімічний аналіз. На листку міліметрового паперу формату A_4 побудувати залежність $S=f(Q)$ за прикладом рис. 8.12.

Використовуючи отриману залежність $S=f(Q)$ і дані таблиць щоденних витрат води (додаток 8, табл. 8.9 – 8.16) потрібно скласти та заповнити таблицю щоденних витрат іонного стоку (бланк –табл. 8.17 в додатку), при цьому кожне значення S знімають з графіка, користуючись відомою витратою води на відповідну дату. По кожному місяцю треба порахувати середню, максимальну, мінімальну витрату іонного стоку.

В останньому рядку річної таблиці щоденних витрат іонного стоку треба обчислити та виписати абсолютні і питомі показники водного та іонного стоку, котрі перелічені в пункті 8.6 за формулами 8.2-8.5).

На листку міліметрового паперу формату A_3 побудувати зуміщений річний графік ходу стоку води та розчинених речовин (приклад рис. 8.13).

9 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

«ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МІЖ ОСНОВНИМИ ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РІЧКОВИХ ВОД»

9.1 Загальні відомості про залежності між водністю річки та її гідрохімічними властивостями

В гідроекології головними гідролого-гідрохімічними показниками річкових вод вважають: водність річки (витрата води Q) і набір гідрохімічних характеристик (концентрацій іонів). Враховуючи те, що будь яку вказану характеристику доводиться реально вимірювати, а іноді ці вимірювання виконувати неможливо через певні обставини (дорого, небезпечно для життя) – дуже важливими є спроби встановити графічний та розрахунковий взаємозв'язок між гідролого-гідрохімічними показниками. Наявність таких зв'язків дозволить не лише скоротити кількість лабораторних досліджень, а й дозволить скоротити перелік контрольованих речовин і скоректувати саму програму моніторингу. В 1988 році за даними таких досліджень було оптимізовано систему постів моніторингу якості води ЗДССК, що дозволило спрямувати зусилля контролюючих установ на найбільш пріоритетні річки і спростило програми спостережень на багатьох постах.

Найбільш доцільно спробувати пов'язати концентрації окремих іонів з водністю річки $C=f(Q)$. В деяких випадках такий зв'язок виявляється досить тісним (рис. 9.1). Наявність подібного зв'язку пояснюється тим, що гідрохімічний режим річок визначається участю вод різного походження (підземних, поверхневих) в живленні річки. До того ж, в певні фази водного режиму води різного походження в стоці річки переважають, а так як ці води часто – густо мають стабільний і притаманний лише ним хімічний склад, то і концентрації іонів залежать від витрати води. Наприклад, в межінь (мала водність) переважають ґрунтові води і в річках домінують іони хлору, натрію, сульфатів. В паводки і водопілля (підвищена водність) переважає поверхневий стік і характерні для нього іони (кальцій, магній, гідрокарбонат) займають домінуюче положення в іонному складі.

Також досить важливим з наукової точки зору є пошук міжіонних взаємозв'язків (рис 9.2). Їх наявність дозволяє графічно підібрати до них розрахункове рівняння, що дозволяє вирішувати питання прогнозування якості води в річках, автоматизувати обчислення стоку розчинених речовин. Однак варто зазначити, що подібні зв'язки існують далеко не завжди, що пов'язано як зі складністю умов формування хімічного складу води річок на конкретних водозборах, так і з антропогенним фактором (скидання стічних вод спотворює природний гідрохімічний режим річок).

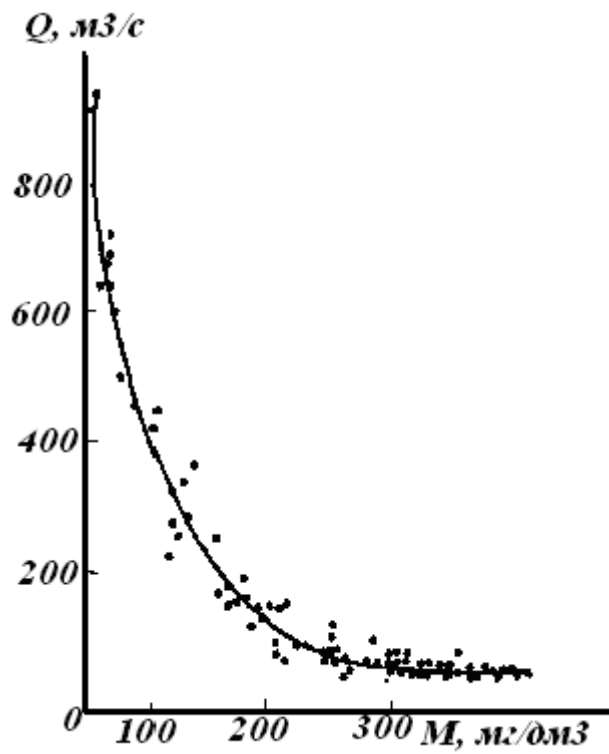


Рис. 9.1 - Зв'язок виміряних концентрацій мінералізації та витрат води у р. Дніпро – м. Смоленськ (1990-1995 рр.)

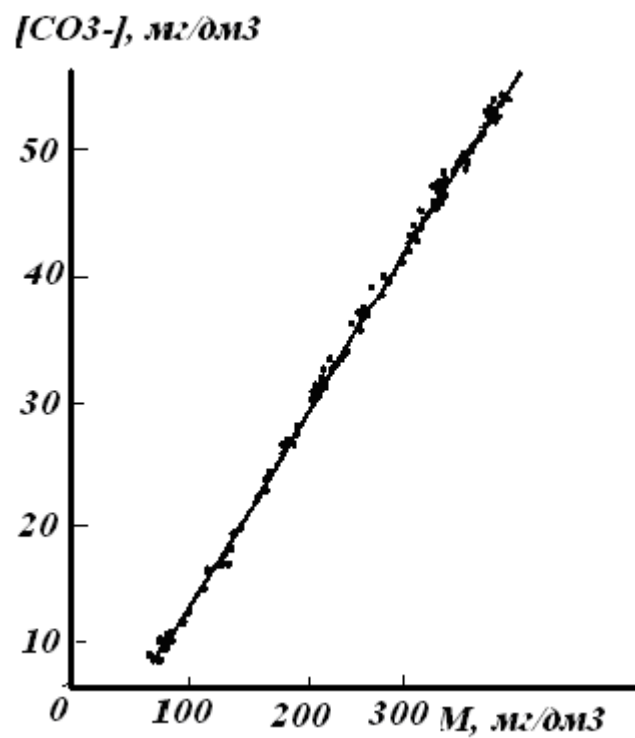


Рис. 9.2 - Зв'язок виміряних концентрацій іонів $[\text{CO}_3^{2-}]$ і мінералізації води р. Дніпро – м. Смоленськ (1990-1995 рр.)

9.2 Коефіцієнт кореляції як показник тісноти гідролого-гідрохімічних зв'язків

Критерій тісноти зв'язку між двома величинами – **коефіцієнт кореляції** r_{xy} , який може приймати значення від 0 до 1. Чим ближче r_{xy} до одиниці, тим кращий зв'язок. На практиці вважають, що зв'язки з кореляцією $r_{xy} \geq 0,6$ достатньо тісні для розрахунків.

Знак коефіцієнту кореляції вказує на характер зв'язку: «+» - зв'язок прямий (із зростанням однієї характеристики зростає друга); «—» - зв'язок обернений (із зростанням однієї характеристики друга зменшується).

Нехай є ряди двох характеристик (x, y) , тоді коефіцієнт кореляції між ними (r_{xy}) можна обчислити за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum (y_i - y_0)(x_i - x_0)}{\sqrt{\sum (y_i - y_0)^2 \sum (x_i - x_0)^2}} = \frac{\sum (\Delta x \Delta y)}{\sqrt{\sum \Delta y^2 \sum \Delta x^2}}, \quad (9.1)$$

де x_i, y_i – члени відповідних рядів, x_0, y_0 – середньоарифметичні значення відповідних рядів.

9.3 Побудова кореляційної гідролого-гідрохімічної матриці

Для масових кореляційних розрахунків найзручнішою є таблична форма запису. В практиці гідроекологічних розрахунків, коли досліджують взаємну кореляцію між багатьма гідролого—гідрохімічними показниками, складають відповідну **кореляційну матрицю**. Вона являє собою таблицю, в якій перший рядок і перший стовбчик містять ті показники, які досліджуються. Парні коефіцієнти кореляції обчислюються та записуються на перехрестя відповідного стовбчика і рядка. Така форма запису дозволяє легко проводити аналіз існуючих внутрішньоіонних зв'язків та працювати з тими з них, які мають кореляцію $r_{xy} \geq 0,6$ більш детально.

9.4 Побудова графіків зв'язку та обчислення рівнянь регресії для стійких гідролого-гідрохімічних зв'язків

Для отримання рівняння зв'язку з високим коефіцієнтом кореляції використовують **рівняння регресії двох величин**:

$$y - y_0 = r_{xy} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - x_0), \quad (9.2)$$

де x_0, y_0 – середньоарифметичні значення відповідних рядів, r_{xy} – коефіцієнт кореляції, σ_x, σ_y – середньоквадратичні відхилення x, y від їх середніх значень.

Середньоквадратичні відхилення розраховують за формулами:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_0)^2}{n-1}}, \quad (9.3)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_0)^2}{n-1}}, \quad (9.4)$$

де n – кількість членів відповідних рядів.

Для значимих зв'язків також обчислюють **середню похибку складових рівняння регресії S і вирогідну похибку коефіцієнта кореляції E_r** за формулами:

$$S_x = \pm \sigma_x \sqrt{1 - r_{xy}^2}, \quad (9.5)$$

$$S_y = \pm \sigma_y \sqrt{1 - r_{xy}^2}, \quad (9.6)$$

$$E_r = \pm 0.67 \frac{1 - r_{xy}^2}{\sqrt{n}}, \quad (9.7)$$

9.5 Завдання до лабораторної роботи №9

Завдання № 1.

Потрібно: скласти теоретичну записку до роботи № 9 шляхом відповідей на наступні контрольні питання:

1. Чому є можливість пов'язати між собою гідролого-гідрохімічні показники?
2. Що розуміють під коефіцієнтом кореляції та які його властивості?
3. Чи завжди є можливість надійно пов'язати гідролого-гідрохімічні показники?
4. Що розуміють під поняттям «гідролого-гідрохімічні показники»?
5. Яким чином складають кореляційну матрицю?
6. Що таке рівняння регресії та як його скласти?
7. Які показники треба обчислювати для рівняння регресії?

Завдання № 2.

Потрібно: скласти кореляційну матрицю гідролого-гідрохімічних показників річки Прут та проаналізувати отримані результати.

Хід роботи: згідно варіанту (додаток 9, табл. 9.1 – 9.8) розрахувати кореляційну матрицю (бланк – табл. 9.9 в додатку) за формулою 8.1. Проміжні розрахунки проводити в табличній формі (потрібні таблиці видаються викладачем).

В отриманій кореляційній матриці провести аналіз – виділити суттєві зв'язки (з $r_{xy} \geq 0,6$), побудувати всі такі пари у графічному вигляді (як на рис. 9.1-9.2) на одному листі міліметрового паперу формату А₃. Для суттєвих зв'язків за формулами 9.2 — 9.7 обчислити рівняння регресії, середньоквадратичні відхилення та похибки розрахунків.

Зробити письмовий висновок про отримані результати.

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., Васильев 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., Васильев А.В. Субботина Е.С. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 376 с.
6. Быков В.Д., Васильев 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.

ДОДАТОК 1

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 дані 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 дані для завдання № 4

№ варіанту	№ рисунку у додатку 1	Масштаби запису рівня води	Приведений рівень по контрольному водопосту, см		Дата встановлення стрічки	Дата зняття стрічки
			При встановленні стрічки СРВ, Н ₁	При знятті стрічки СРВ, Н ₂		
1	рис. 1.6	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. 1.7	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

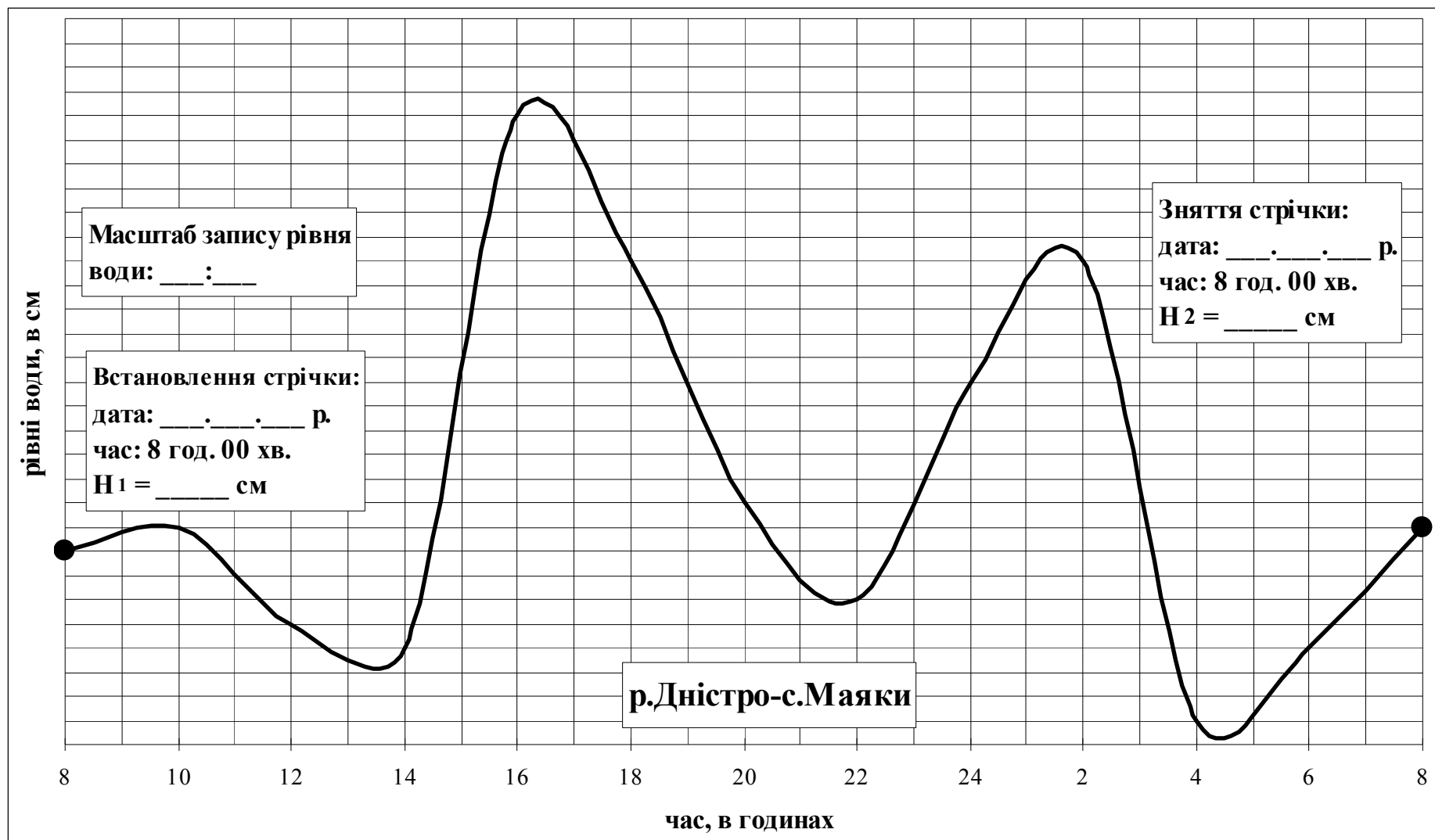


Рис. 1.6 – Запис добового ходу рівня води на стрічці СРВ “Валдай”, р. Дністро – с. Маяки

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



Рис. 1.7 – 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.

ДОДАТОК 2

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>W</i> , м ²			Змочений периметр, <i>χ</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, <i>Δh_j = h_i – h_{i-1}</i> , м	<i>Δh_j</i> ² , м ²	<i>χ_j</i> ² = <i>b_j</i> ² + <i>Δh_j</i> ² , м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
Уріз л.б.	9,80	0,00								
1	10,50	2,48								
2	12,50	2,94								
3	14,50	2,60								
4	16,50	2,24								
5	18,50	2,00								
6	20,50	2,16								
7	22,50	2,36								
8	24,50	3,09								
9	26,50	3,56								
10	28,50	3,70								
11	30,50	4,08								
12	32,50	3,72								
13	34,50	3,92								
14	36,50	3,84								
15	38,50	3,90								
16	40,50	3,76								
17	42,50	3,80								
18	44,50	2,40								
19	46,50	2,06								
20	48,50	2,04								
21	50,50	1,80								
Уріз пр.б.	52,50	0,00								
			<i>W</i> = Σ <i>w_j</i> = _____ м ²			<i>χ</i> = Σ <i>χ_j</i> = _____ 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>W</i> , м ²			Змочений периметр, <i>χ</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, <i>Δh_j = h_i – h_{i-1}</i> , м	<i>Δh_j</i> ² , м ²	<i>χ_j</i> ² = <i>b_j</i> ² + <i>Δh_j</i> ² , м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
			<i>W</i> = Σ <i>w_j</i> = _____ м ²			<i>χ</i> = Σ <i>χ_j</i> = _____ 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	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			Змочений периметр, χ , м				
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$, м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$, м	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$, м ²	b_j^2 , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
Уріз л.б.	11,80	0,00								
1	12,50	0,50								
2	14,50	0,88								
3	16,50	1,22								
4	18,50	1,15								
5	20,50	1,10								
6	22,50	1,13								
7	24,50	1,17								
8	26,50	1,57								
9	28,50	1,41								
10	30,50	1,44								
11	32,50	1,52								
12	34,50	1,44								
13	36,50	1,48								
14	38,50	1,47								
15	40,50	1,49								
16	42,50	1,45								
17	44,50	1,46								
18	46,50	0,63								
19	48,50	0,41								
20	50,50	0,41								
21	52,50	0,36								
Уріз пр.б.	54,55	0,10								
			$W = \sum w_j =$ _____ м ²			$\chi = \sum \chi_j =$ _____ 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>W</i> , м ²			Змочений периметр, <i>χ</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, <i>Δh_j = h_i – h_{i-1}</i> , м	<i>Δh_j</i> ² , м ²	<i>χ_j</i> ² = <i>b_j</i> ² + <i>Δh_j</i> ² , м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, 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								
			<i>W</i> = Σ <i>w_j</i> = _____ м ²			<i>χ</i> = Σ <i>χ_j</i> = _____ 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	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			Змочений периметр, χ , м				
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$, м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$, м	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$, м ²	b_j^2 , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
Уріз л.б.	12,30	0,00								
1	13,00	1,72								
2	15,00	4,41								
3	17,00	3,90								
4	19,00	3,36								
5	21,00	3,00								
6	23,00	3,24								
7	25,00	3,54								
8	27,00	6,38								
9	29,00	5,34								
10	31,00	5,55								
11	33,00	6,12								
12	35,00	5,58								
13	37,00	5,88								
14	39,00	5,76								
15	41,00	5,85								
16	43,00	5,64								
17	45,00	5,70								
18	47,00	3,60								
19	49,00	3,09								
20	51,00	3,06								
21	53,00	1,70								
Уріз пр.б.	55,37	0,12								
			$W = \sum w_j =$ _____ м ²			$\chi = \sum \chi_j =$ _____ 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>W</i> , м ²			Змочений периметр, <i>P</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	<i>b_j²</i> , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, <i>Δh_j = h_i – h_{i-1}</i> , м	<i>Δh_j²</i> , м ²	<i>χ_j² = b_j² + Δh_j²</i> , м ²	<i>χ_j =</i> <i>= √(b_j² + Δh_j²)</i> , 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								
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>			<i>χ = Σ χ_j = _____ м</i>				

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	Відстань від постійного початку, b_i , м	Глибина, h_i , м	Площа поперечного перерізу, W , м ²			Змочений периметр, χ , м				
			Відстань між промірними вертикалями, $b_j = b_i - b_{i-1}$, м	Глибина між промірними вертикалями, $h_j = (h_i + h_{i-1})/2$, м	Площа між промірними вертикалями, $w_j = b_j \cdot h_j$, м ²	b_j^2 , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, $\Delta h_j = h_i - h_{i-1}$, м	Δh_j^2 , м ²	$\chi_j^2 = b_j^2 + \Delta h_j^2$, м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
Уріз л.б.	10,70	0,23								
1	14,50	0,41								
2	16,50	0,68								
3	18,50	1,11								
4	20,50	1,62								
5	22,50	1,48								
6	24,50	1,50								
7	26,50	1,62								
8	28,50	1,72								
9	30,50	2,19								
10	32,50	2,05								
11	34,50	1,90								
12	36,50	1,77								
13	38,50	1,70								
14	40,50	1,49								
15	42,50	1,50								
16	44,50	1,48								
17	46,50	1,49								
18	48,50	1,25								
19	50,50	0,74								
20	52,50	0,64								
21	54,55	0,50								
Уріз пр.б.	56,78	0,00								
			$W = \sum w_j =$ _____ м ²			$\chi = \sum \chi_j =$ _____ 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>W</i> , м ²			Змочений периметр, <i>χ</i> , м				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	<i>b_j</i> ² , м ²	Різниця глибин між промірними вертикалями, <i>Δh_j = h_i – h_{i-1}</i> , м	<i>Δh_j</i> ² , м ²	<i>χ_j</i> ² = <i>b_j</i> ² + <i>Δh_j</i> ² , м ²	$\chi_j = \sqrt{b_j^2 + \Delta h_j^2}$, м
Уріз л.б.	4,80	0,00								
1	5,50	0,63								
2	7,50	1,23								
3	9,50	1,08								
4	11,50	1,93								
5	13,50	1,58								
6	15,50	1,63								
7	17,50	1,93								
8	19,50	2,18								
9	21,50	2,68								
10	23,50	3,02								
11	25,50	2,94								
12	27,50	2,58								
13	29,50	2,38								
14	31,50	1,79								
15	33,50	1,82								
16	35,50	1,75								
17	37,50	1,77								
18	39,50	1,12								
19	41,50	0,95								
20	43,50	0,96								
21	45,50	0,82								
Уріз пр.б.	48,35	0,63								
			<i>W</i> = Σ <i>w_j</i> = _____ м ²			<i>χ</i> = Σ <i>χ_j</i> = _____ м				

Таблиця 2.9 – Варіанти і початкові дані для обробки ехограм

№ п/п	Рисунок	Дата промірів	Час промірів год, хв	№ п/п створу	Довжина базису, м	Абс. відм. уріза, м, БС	Н _{роб} , см	№ п/п контр. точки	Кути контр. точок α, °
1	Рис 2.13	22.07.07г.	8.05-8.20	1	55	1.75	183	1 (у.л.б.)	84.5
								2	73.1
								3	66.8
								4	62.3
								5 (у.п.б.)	59.2
2			8.35-8.45	2	67	1.05	163	1 (у.л.б.)	88.0
								2	81.0
								3	76.6
								4	75.4
								5 (у.п.б.)	70.7
3			9.15-9.30	3	72	1.72	182	1 (у.л.б.)	86.1
								2	82.2
								3	77.2
								4	76.0
								5 (у.п.б.)	73.2
4			11.50-12.00	4	69	1.15	120	1 (у.л.б.)	88.7
								2	85.1
								3	83.6
								4	81.3
								5 (у.п.б.)	76.6
5	Рис. 2.14	14.05.07г.	8.20-8.30	5	75	1.25	133	1 (у.л.б.)	80.7
								2	77.7
								3	75.9
								4	74.1
								5 (у.п.б.)	69.9
6			9.00-9.20	6	43	1.65	183	1 (у.л.б.)	75.4
								2	68.8
								3	66.7
								4	61.9
								5 (у.п.б.)	55.5
7			10.05-10.20	7	54	0.75	173	1 (у.л.б.)	88.6
								2	85.1
								3	79.3
								4	73.8
								5 (у.п.б.)	66.1
8			10.45-11.00	8	72	1.74	196	1 (у.л.б.)	87.5
								2	84.0
								3	82.6
								4	82.1
								5 (у.п.б.)	79.8

Таблиця 2.10 – Первинна розшифровка ехограми промірів

№ точки	Кути контр. точок $\alpha, ^\circ$	$V_{\text{дійсн.}}$ $=L \operatorname{tg} \alpha$ (м)	$b_{\text{дійсн}}$ (м)	$b_{\text{іехогр}}$ (см)	$M_{\text{ігориз}} =$ $b_{\text{дійсн}} /$ $b_{\text{іехогр}}$ (м/см)
1 (у.л.б.)					
2					
3					
4					
5 (у.п.б.)					

Таблиця 2.11 – Дані розшифровки ехограм промірів,
 р. _____ – с. _____ (створ № ____),
 абс. відм. урізу _____ м БС, $H_{\text{роб.}} =$ _____ см

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

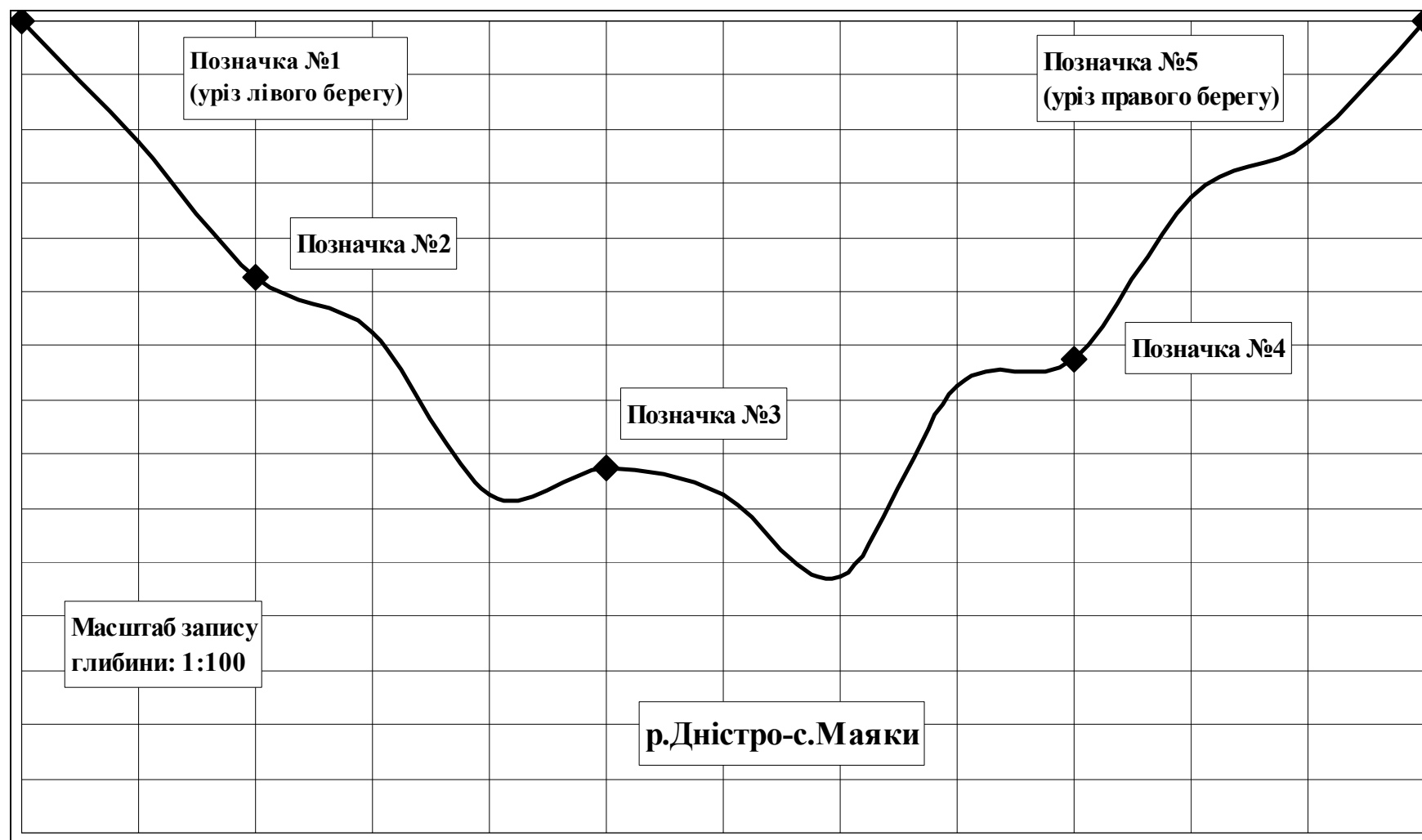


Рис. 2.13 – Область ехограми з записом лінії дна в промірному створі, р. Дністро – с. Маяки

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.*

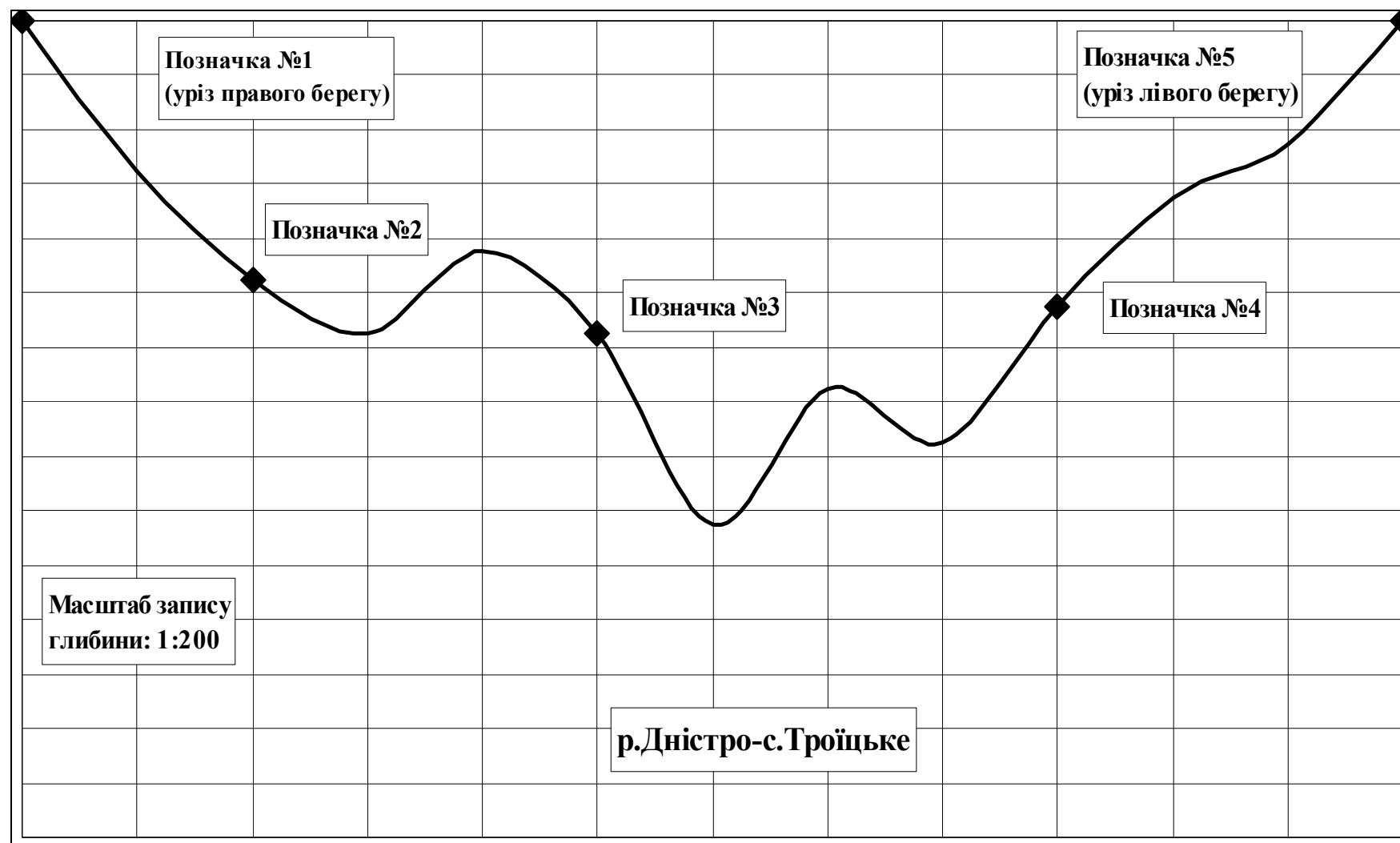


Рис. 2.14 – Область ехограми з записом лінії дна в промірному створі, р. Дністро – с. Троїцьке

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

Таблиця 2.13 - Абсолютні відмітки урізів води

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

ДОДАТОК 3

Таблиця 3.3 - Результати тарування гідрометричного млинка					
Початкова швидкість $V_0=0.04$ м/с					
№ заїздів	Довжина шляху, l , м	Час тарування, t , с	Кільк. обертів за час t , N , об	Швидкість	
				n , об/с	V , м/с
1	25,08	380	72,2		
2	27,00	300	96,0		
3	24,60	200	94,0		
4	29,90	200	114,0		
5	29,88	180	117,0		
6	34,56	180	135,0		
7	22,00	100	87,0		
8	24,50	100	98,0		
9	22,08	80	88,0		
10	24,40	80	96,0		
11	27,36	80	108,0		
12	31,38	60	125,4		
13	27,08	40	108,4		
14	30,92	40	124,0		
15	35,44	40	141,2		
16	41,60	40	166,4		
17	24,80	20	99,0		
18	29,80	20	119,2		
19	34,00	20	135,0		
20	38,40	20	153,0		
21	46,60	20	185,6		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку										
n , об/с	V , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця 3.4 - Результати тарування гідрометричного млинка					
Початкова швидкість $V_0=0.04$ м/с					
№ заїздів	Довжина шляху, l , м	Час тарування, t , с	Кільк. обертів за час t , N , об	Швидкість	
				n , об/с	V , м/с
1	20,88	360	48,4		
2	17,82	220	58,6		
3	19,80	180	71,6		
4	15,60	100	61,2		
5	18,40	100	73,4		
6	17,44	80	70,4		
7	24,70	100	98,4		
8	23,12	80	93,0		
9	33,92	80	138,0		
10	32,76	60	135,2		
11	27,62	40	110,8		
12	38,08	40	157,4		
13	22,80	20	95,2		
14	28,80	20	120,4		
15	33,00	20	135,6		
16	36,40	20	159,6		
17	40,80	20	169,8		
18	43,20	20	179,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку										
n , об/с	V , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця 3.5 - Результати тарування гідрометричного млинка					
Початкова швидкість $V_0=0.04$ м/с					
№ заїздів	Довжина шляху, l , м	Час тарування, t , с	Кільк. обертів за час t , N , об	Швидкість	
				n , об/с	V , м/с
1	13,40	200	47,2		
2	14,00	140	57,8		
3	14,80	100	62,2		
4	15,80	80	66,8		
5	17,50	80	74,4		
6	18,80	60	80,8		
7	24,40	40	105,2		
8	28,10	40	121,0		
9	33,20	40	143,4		
10	21,40	20	92,4		
11	29,00	20	125,4		
12	32,40	20	140,2		
13	44,40	20	192,4		
14	50,20	20	216,8		
15	56,00	20	242,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку										
n , об/с	V , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця 3.6 - Результати тарування гідрометричного млинка					
Початкова швидкість $V_0=0.04$ м/с					
№ заїздів	Довжина шляху, l , м	Час тарування, t , с	Кільк. обертів за час t , N , об	Швидкість	
				n , об/с	V , м/с
1	24,5	250	52,5		
2	23,8	225	56,2		
3	20,3	175	50,7		
4	28,8	200	78,0		
5	25,5	150	72,0		
6	33,6	150	96,0		
7	30,6	125	87,5		
8	30,0	100	86,0		
9	35,8	100	106,0		
10	42,0	100	124,0		
11	42,8	100	125,0		
12	37,7	50	111,4		
13	56,0	50	149,0		
14	33,5	25	99,0		
15	40,5	25	122,0		
16	46,0	25	138,5		
17	51,0	25	154,3		
18	53,5	25	159,0		
19	55,4	25	165,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку										
n , об/с	V , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця 3.7 - Результати тарування гідрометричного млинка					
Початкова швидкість $V_0=0.04$ м/с					
№ заїздів	Довжина шляху, l , м	Час тарування, t , с	Кільк. обертів за час t , N , об	Швидкість	
				n , об/с	V , м/с
1	27,08	380	74,2		
2	29,00	300	98,0		
3	26,60	200	96,0		
4	31,90	200	116,0		
5	31,88	180	119,0		
6	36,56	180	137,0		
7	24,00	100	89,0		
8	26,50	100	100,0		
9	24,08	80	90,0		
10	26,40	80	98,0		
11	29,36	80	110,0		
12	33,38	60	127,4		
13	29,08	40	110,4		
14	32,92	40	126,0		
15	37,44	40	143,2		
16	43,60	40	168,4		
17	26,80	20	101,0		
18	31,80	20	121,2		
19	36,00	20	137,0		
20	40,40	20	155,0		
21	48,80	20	187,6		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку										
n , об/с	V , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця 3.8 - Результати тарування гідрометричного млинка					
Початкова швидкість $V_0=0.04$ м/с					
№ заїздів	Довжина шляху, l , м	Час тарування, t , с	Кільк. обертів за час t , N , об	Швидкість	
				n , об/с	V , м/с
1	23,08	380	70,2		
2	25,00	300	94,0		
3	22,60	200	92,0		
4	27,90	200	112,0		
5	27,88	180	115,0		
6	32,56	180	133,0		
7	20,00	100	85,0		
8	22,50	100	96,0		
9	20,80	80	86,0		
10	22,40	80	94,0		
11	25,36	80	106,0		
12	29,38	60	123,4		
13	25,08	40	106,4		
14	28,92	40	122,0		
15	33,40	40	139,2		
16	39,60	40	164,4		
17	22,80	20	97,0		
18	27,80	20	117,2		
19	32,00	20	133,0		
20	36,40	20	151,0		
21	44,60	20	183,6		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку										
n , об/с	V , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця 3.9 - Результати тарування гідрометричного млинка					
Початкова швидкість $V_0=0.04$ м/с					
№ заїздів	Довжина шляху, l , м	Час тарування, t , с	Кільк. обертів за час t , N , об	Швидкість	
				n , об/с	V , м/с
1	27,48	395	72,2		
2	29,40	315	96,0		
3	27,00	215	94,0		
4	32,30	215	114,0		
5	32,28	195	117,0		
6	36,96	195	135,0		
7	24,40	115	87,0		
8	26,90	115	98,0		
9	24,48	95	88,0		
10	26,80	95	96,0		
11	29,76	95	108,0		
12	33,78	75	125,4		
13	29,48	55	108,4		
14	33,32	55	124,0		
15	37,84	55	141,2		
16	44,00	55	166,4		
17	27,20	35	99,0		
18	32,20	35	119,2		
19	36,40	35	135,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку										
n , об/с	V , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця 3.10 - Результати тарування гідрометричного млинка					
Початкова швидкість $V_0=0.04$ м/с					
№ заїздів	Довжина шляху, l , м	Час тарування, t , с	Кільк. обертів за час t , N , об	Швидкість	
				n , об/с	V , м/с
1	22,88	380	48,4		
2	19,82	240	58,6		
3	21,80	200	71,6		
4	17,60	120	61,2		
5	20,40	120	73,4		
6	19,44	100	70,4		
7	26,70	120	98,4		
8	25,12	100	93,0		
9	35,92	100	138,0		
10	34,76	80	135,2		
11	29,62	60	110,8		
12	40,08	60	157,4		
13	24,80	40	95,2		
14	30,80	40	120,4		
15	35,00	40	135,6		
16	38,40	40	159,6		
17	42,80	40	169,4		
18	45,20	40	179,0		

Тарувальна таблиця - перевод швидкості ротора на швидкість потоку										
n , об/с	V , м/с									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0										
0.1										
0.2										
0.3										
0.4										
0.5										
0.6										
0.7										
0.8										
0.9										
1.0										
1.1										

Таблиця 3.11 – 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						Ан. сп.	Граф.сп.
1	3.23	пов		113	19					
		0.2		115	19					
		0.6		132	19					
		0.8		117	13					
		дно		137	13					

Таблиця 3.12 – 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						Ан. сп.	Граф. сп.
2	4.25	пов		100	13					
		0.2		101	13					
		0.6		112	13					
		0.8		126	13					
		дно		129	13					

Таблиця 3.13 – 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						Ан. сп.	Граф.сп.
3	4.05	пов		110	19					
		0.2		117	19					
		0.6		121	19					
		0.8		100	13					
		дно		130	13					

Таблиця 3.14 – 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						Ан. сп.	Граф.сп.
4	5.01	пов		114	19					
		0.2		111	19					
		0.6		100	13					
		0.8		107	13					
		дно		121	13					

Таблиця 3.15 – 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						Ан. сп.	Граф.сп.
5	3.81	пов		118	19					
		0.2		124	19					
		0.6		102	13					
		0.8		108	13					
		дно		115	13					

Таблиця 3.16 – 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						Ан. сп.	Граф.сп.
6	4.53	пов		115	13					
		0.2		117	13					
		0.6		127	13					
		0.8		122	7					
		дно		133	7					

Таблиця 3.17 – 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						Ан.сп.	Граф.сп.
7	4.69	пов		100	7					
		0.2		103	7					
		0.6		124	7					
		0.8		130	7					
		дно		139	7					

Таблиця 3.18 – 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						Ан. сп.	Граф. сп.
8	3.48	пов		121	7					
		0.2		128	7					
		0.6		137	7					
		0.8		125	4					
		дно		130	4					

ДОДАТОК 4

Таблиця 4.1 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

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

Таблиця 4.2 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

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

Таблиця 4.3 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

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

Таблиця 4.4 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

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

Таблиця 4.5 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

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

Таблиця 4.6 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

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

Таблиця 4.7 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

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

Таблиця 4.8 – Визначення напрямку гідроствору поверхневими поплавцями (між створами по 50 м)

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

ДОДАТОК 5

Таблиця 5.2 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №1)

L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

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

Промірні дані по СС

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

 $H_{\text{поч}}=175$ $H_{\text{кін}}=173$ $H_{\text{сер.}}=$

Таблиця 5.3 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №2)

L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

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

Промірні дані по СС

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

 $H_{\text{поч}}=105$ $H_{\text{кін}}=103$ $H_{\text{сер.}}=$

Таблиця 5.4 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №3)
L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі				Промірні дані по СС		
№ поплавців	Відстань від постійного початку в в СС., м	Трив. руху попл. t, c	V м/с	№№ пром верт.	Відстань від пост. початку, м	Глибина $h, м$
ур. п/б	8,4			ур. п/б	8,4	0,86
1	16,7	528		1	11,9	1,11
2	20,8	567		2	16,9	1,32
3	23,5	464		3	21,9	2,05
4	18,2	333		4	26,9	2,52
5	24,6	358		5	31,9	3,61
6	31,8	276		6	36,9	2,79
7	29,7	243		7	41,9	3,23
8	27,6	211		8	46,9	1,86
9	32,8	282		9	51,9	1,43
10	37,3	326		10	56,9	1,15
11	40	424		ур. л.б.	61,9	0
12	42,8	411				
13	37,7	521				
14	47,9	567				
15	56,2	523				
ур. л.б.	61,9					

$H_{\text{поч}}=125$
 $H_{\text{кін}}= 123$
 $H_{\text{сер.}}=$

Таблиця 5.5 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №4)

L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

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

Промірні дані по СС

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

 $H_{\text{поч}}=132$ $H_{\text{кін}}=130$ $H_{\text{сер}}=$

Таблиця 5.6 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №5)

L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

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

Промірні дані по СС

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

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

Таблиця 5.7 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №6)

L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

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

Промірні дані по СС

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

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

Таблиця 5.8 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №7)

L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

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

Промірні дані по СС

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

 $H_{\text{поч}}=128$ $H_{\text{кін}}=125$ $H_{\text{сер}}=$

Таблиця 5.9 - Вимірювання витрати води поверхневими поплавцями (створ №8)

L=100 м

Дані запуску поверхневих поплавців в створі

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

Промірні дані по СС

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

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

Таблиця 5.10 - Обчислення витрати води, виміряної поверхневими поплавцями (фрагмент книжки КГ-7М(н))

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

ДОДАТОК 6

Таблиця 6.2 - 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>W</i> , м ²				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i - b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	Площа між швидкісними верт., <i>w_j</i> , м ²	
Уріз л.б.	9,80	0,00					
1/І	10,50	2,48					
2	12,50	2,94					
3	14,50	2,60					
4/ІІ	16,50	2,24					
5	18,50	2,00					
6	20,50	2,16					
7/ІІІ	22,50	2,36					
8	24,50	3,09					
9	26,50	3,56					
10/ІV	28,50	3,70					
11	30,50	4,08					
12	32,50	3,72					
13/V	34,50	3,92					
14	36,50	3,84					
15	38,50	3,90					
16/VI	40,50	3,76					
17	42,50	3,80					
18	44,50	2,40					
19/VII	46,50	2,06					
20	48,50	2,04					
21/VIII	50,50	1,80					
Уріз пр.б.	52,50	0,00					
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>				

Таблиця 6.3 - 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>W</i> , м ²				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i - b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	Площа між швидкісними верт., <i>w_j</i> , м ²	
Уріз л.б.	8,80	0,00					
1/І	9,50	0,74					
2	11,50	0,77					
3	13,50	0,80					
4/ІІ	15,50	0,62					
5	17,50	1,13					
6	19,50	0,97					
7/ІІІ	21,50	1,25					
8	23,50	0,95					
9	25,50	1,28					
10/ІV	27,50	1,35					
11	29,50	1,54					
12	31,50	1,46					
13/V	33,50	1,63					
14	35,50	1,42					
15	37,50	1,38					
16/VI	39,50	1,40					
17	41,50	1,13					
18	43,50	0,53					
19/VІІ	45,50	0,52					
20	47,50	0,40					
21/VІІІ	49,50	0,43					
Уріз пр.б.	51,65	0,15					
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>				

Таблиця 6.4 - 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>W</i> , м ²			
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	Площа між швидкісними верт., <i>w_j</i> , м ²
Уріз л.б.	11,80	0,00				
1/І	12,50	0,50				
2	14,50	0,88				
3	16,50	1,22				
4/ІІ	18,50	1,15				
5	20,50	1,10				
6	22,50	1,13				
7/ІІІ	24,50	1,17				
8	26,50	1,57				
9	28,50	1,41				
10/ІV	30,50	1,44				
11	32,50	1,52				
12	34,50	1,44				
13/V	36,50	1,48				
14	38,50	1,47				
15	40,50	1,49				
16/VI	42,50	1,45				
17	44,50	1,46				
18	46,50	0,63				
19/VII	48,50	0,41				
20	50,50	0,41				
21/VIII	52,50	0,36				
Уріз пр.б.	54,55	0,10				
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>			

Таблиця 6.5 - 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>W</i> , м ²				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	Площа між швидкісними верт., <i>w_j</i> , м ²	
Уріз л.б.	6,80	0,26					
1/І	7,50	0,37					
2	9,50	0,48					
3	11,50	0,90					
4/ІІ	13,50	1,12					
5	15,50	1,00					
6	17,50	1,08					
7/ІІІ	19,50	1,18					
8	21,50	2,18					
9	23,50	1,78					
10/ІV	25,50	1,85					
11	27,50	2,04					
12	29,50	1,86					
13/V	31,50	1,96					
14	33,50	1,92					
15	35,50	2,13					
16/VI	37,50	1,88					
17	39,50	1,43					
18	41,50	1,20					
19/VІІ	43,50	1,03					
20	45,50	0,95					
21/VІІІ	47,50	0,52					
Уріз пр.б.	49,50	0,13					
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>				

Таблиця 6.6 - 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>W</i> , м ²				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	Площа між швидкісними верт., <i>w_j</i> , м ²	
Уріз л.б.	12,30	0,00					
1/I	13,00	1,72					
2	15,00	4,41					
3	17,00	3,90					
4/II	19,00	3,36					
5	21,00	3,00					
6	23,00	3,24					
7/III	25,00	3,54					
8	27,00	6,38					
9	29,00	5,34					
10/IV	31,00	5,55					
11	33,00	6,12					
12	35,00	5,58					
13/V	37,00	5,88					
14	39,00	5,76					
15	41,00	5,85					
16/VI	43,00	5,64					
17	45,00	5,70					
18	47,00	3,60					
19/VII	49,00	3,09					
20	51,00	3,06					
21/VIII	53,00	1,70					
Уріз пр.б.	55,37	0,12					
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>				

Таблиця 6.7 - 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>W</i> , м ²			
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	Площа між швидкісними верт., <i>w_j</i> , м ²
Уріз л.б.	6,30	0,00				
1/І	7,00	0,41				
2	9,00	0,72				
3	11,00	1,06				
4/ІІ	13,00	1,40				
5	15,00	1,26				
6	17,00	1,21				
7/ІІІ	19,00	1,30				
8	21,00	1,50				
9	23,00	1,97				
10/ІV	25,00	1,55				
11	27,00	1,31				
12	29,00	1,25				
13/V	31,00	1,28				
14	33,00	1,27				
15	35,00	1,28				
16/VІ	37,00	1,26				
17	39,00	1,26				
18	41,00	0,82				
19/VІІ	43,00	0,54				
20	45,00	0,34				
21/VІІІ	47,00	0,30				
Уріз пр.б.	49,00	0,10				
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>			

Таблиця 6.8 - 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>W</i> , м ²				
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	Площа між швидкісними верт., <i>w_j</i> , м ²	
Уріз л.б.	10,70	0,23					
1/I	14,50	0,41					
2	16,50	0,68					
3	18,50	1,11					
4/II	20,50	1,62					
5	22,50	1,48					
6	24,50	1,50					
7/III	26,50	1,62					
8	28,50	1,72					
9	30,50	2,19					
10/IV	32,50	2,05					
11	34,50	1,90					
12	36,50	1,77					
13/V	38,50	1,70					
14	40,50	1,49					
15	42,50	1,50					
16/VI	44,50	1,48					
17	46,50	1,49					
18	48,50	1,25					
19/VII	50,50	0,74					
20	52,50	0,64					
21/VIII	54,55	0,50					
Уріз пр.б.	56,78	0,00					
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>				

Таблиця 6.9 - 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>W</i> , м ²			
			Відстань між промірними вертикалями, <i>b_j = b_i – b_{i-1}</i> , м	Глибина між промірними вертикалями, <i>h_j = (h_i + h_{i-1})/2</i> , м	Площа між промірними вертикалями, <i>w_j = b_j · h_j</i> , м ²	Площа між швидкісними верт., <i>w_j</i> , м ²
Уріз л.б.	4,80	0,00				
1/І	5,50	0,63				
2	7,50	1,23				
3	9,50	1,08				
4/ІІ	11,50	1,93				
5	13,50	1,58				
6	15,50	1,63				
7/ІІІ	17,50	1,93				
8	19,50	2,18				
9	21,50	2,68				
10/ІV	23,50	3,02				
11	25,50	2,94				
12	27,50	2,58				
13/V	29,50	2,38				
14	31,50	1,79				
15	33,50	1,82				
16/VІ	35,50	1,75				
17	37,50	1,77				
18	39,50	1,12				
19/VІІ	41,50	0,95				
20	43,50	0,96				
21/VІІІ	45,50	0,82				
Уріз пр.б.	48,35	0,63				
			<i>W = Σ w_j = _____ м²</i>			

Таблиця 6.10 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 1)

№ п/п вар- ту	Робоча глиби- на, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_j , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, t_i , с	Кіль-ть сигна- лів, s_i , об.	Сума обертів, N_i , об.	Швидк. обертів, n_i , об/с	Швидк. течії в точці, V_i , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cp,j}$, 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 6.11 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 2)

№ п/п вар- ту	Робоча глиби- на, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_j , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, t_i , с	Кіль-ть сигна- лів, s_i , об.	Сума обертів, N_i , об.	Швидк. обертів, n_i , об/с	Швидк. течії в точці, V_i , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cp,j}$, 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 6.12 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 3)

№ п/п вар- ту	Робоча глиби- на, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_j , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, t_i , с	Кіль-ть сигна- лів, s_i , об.	Сума обертів, N_i , об.	Швидк. обертів, n_i , об/с	Швидк. течії в точці, V_i , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cp,j}$, 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 6.13 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 4)

№ п/п вар- ту	Робоча глиби- на, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_j , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, t_i , с	Кіль-ть сигна- лів, s_i , об.	Сума обертів, N_i , об.	Швидк. обертів, n_i , об/с	Швидк. течії в точці, V_i , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cp,j}$, 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 6.14 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 5)

№ п/п вар- ту	Робоча глиби- на, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_j , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, t_i , с	Кіль-ть сигна- лів, s_i , об.	Сума обертів, N_i , об.	Швидк. обертів, n_i , об/с	Швидк. течії в точці, V_i , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cp,j}$, 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 6.16 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 6)

№ п/п вар- ту	Робоча глиби- на, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_j , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, t_i , с	Кіль-ть сигна- лів, s_i , об.	Сума обертів, N_i , об.	Швидк. обертів, n_i , об/с	Швидк. течії в точці, V_i , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cp,j}$, 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 6.17 – Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 7)

№ п/п вар- ту	Робоча глиби- на, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_j , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, t_i , с	Кіль-ть сигна- лів, s_i , об.	Сума обертів, N_i , об.	Швидк. обертів, n_i , об/с	Швидк. течії в точці, V_i , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cp,j}$, 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 6.18 - Дані виміру швидкостей течії на вертикалі
детальним способом млинком ГР-21М (створ № 8)

№ п/п вар- ту	Робоча глиби- на, h_j , м	Відст. від пост. почат., L_j , м	Глибина занурення		Час вимі- ру, t_i , с	Кіль-ть сигна- лів, s_i , об.	Сума обертів, N_i , об.	Швидк. обертів, n_i , об/с	Швидк. течії в точці, V_i , м/с	Сер. швид. течії на верт., $V_{cp,j}$, 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				

Таблиця 6.19 - Обчислення витрат води млинком

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

ДОДАТОК 7

Таблиця 7.2 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №1)

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

Таблиця 7.3 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №2)

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

Таблиця 7.4 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №3)

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

Таблиця 7.5 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №4)

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

Таблиця 7.6 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №5)

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

Таблиця 7.7 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №6)

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

Таблиця 7.8 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №7)

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

Таблиця 7.9 - Обчислення витрати завислих наносів (створ №8)

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

Таблиця 7.10 – Обчислення витрати донних наносів (створ №1)
прилад – батометр-сітка „Пв-29”

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

Таблиця 7.11 – Обчислення витрати донних наносів (створ №2)
прилад – батометр-сітка „Пв-29”

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

Таблиця 7.12 – Обчислення витрати донних наносів (створ №3)
прилад – батометр-сітка „Пв-29

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

Таблиця 7.13– Обчислення витрати донних наносів (створ №4)
прилад – батометр-сітка „Пв-29

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

Таблиця 7.14– Обчислення витрати донних наносів (створ №5)
прилад – батометр-сітка „Пв-29

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

Таблиця 7.15– Обчислення витрати донних наносів (створ №6)
прилад – батометр-сітка „Пв-29

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

Таблиця 7.16– Обчислення витрати донних наносів (створ №7)
прилад – батометр-сітка „Пв-29

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

Таблиця 7.17– Обчислення витрати донних наносів (створ №8)
прилад – батометр-сітка „Пв-29

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

ДОДАТОК 8

Таблиця 8.1 - Виміряні витрати розчинених речовин
р. Прут – м. Чернівці (3 км нижче міста) за 1947 р.

Дата	Q (м³/с)	[ΣM] (мг/дм³).	S _i . кг/с
30.01.47	8.6	417.4	
6.02.47	10	410.5	
21.02.47	11.2	374.7	
25.03.47	141	432.2	
29.03.47	104	372.8	
25.04.47	43	359.7	
8.05.47	33.8	343.1	
26.05.47	19.4	312.1	
1.08.47	48.6	341.9	
23.08.47	57	356.2	
23.09.47	33.8	353.1	
15.10.47	33.8	356.9	

Таблиця 8.2 - Виміряні витрати розчинених речовин
р. Прут – м. Чернівці (3 км нижче міста) за 1950 р.

Дата	Q (м³/с)	[ΣM] (мг/дм³).	S _i . кг/с
16.01.50	19.7	416.3	
10.02.50	24.6	379.7	
17.03.50	37.2	323.9	
4.04.50	61.4	310.2	
21.04.50	87.5	207.4	
6.05.50	43.8	285	
23.05.50	33	295.2	
20.06.50	30	343.9	
10.07.50	77	291.1	
20.07.50	19.8	346.4	
17.08.50	19.2	342.4	
13.09.50	13.2	380.4	
23.09.50	12	451.1	
20.10.50	39.4	339.3	

Таблиця 8.3 - Виміряні витрати розчинених речовин
р. Прут – м. Чернівці (3 км нижче міста) за 1951 р.

Дата	Q (м³/с)	[ΣM] (мг/дм³).	S _i . кг/с
12.01.51	21	407.8	
24.01.51	10.1	439.4	
9.02.51	14.1	477.7	
22.02.51	21.7	482.4	
17.03.51	74	298.1	
16.04.51	205	261.9	
24.04.51	292	249.6	
25.04.51	612	241.8	
14.05.51	656	273.1	
16.06.51	95.4	325.7	
16.08.51	121	316.9	
20.08.51	375	248.6	
21.08.51	244	295.5	
31.10.51	19.2	422.9	
14.11.51	16.8	413.2	

Таблиця 8.4 - Виміряні витрати розчинених речовин
р. Прут – м. Чернівці (3 км нижче міста) за 1952 р.

Дата	Q (м³/с)	[ΣM] (мг/дм³).	S _i . кг/с
16.02.52	19.8	435.6	
25.02.52	105	445.1	
31.03.52	234	357.1	
1.04.52	465	229.3	
3.04.52	792	207.1	
4.04.52	363	234.7	
5.04.52	257	274.9	
9.04.52	216	274.5	
22.04.52	143	242	
29.05.52	86.4	299.3	
10.06.52	54.5	305.8	
12.07.52	27	345.4	
22.07.52	20.4	383	
16.08.52	17.2	344.2	
29.08.52	27	378	
13.09.52	16.6	367.2	
30.09.52	18.5	373.8	

Таблиця 8.5 - Виміряні витрати розчинених речовин
р. Прут – м. Чернівці (3 км нижче міста) за 1984 р.

Дата	Q (м³/с)	[ΣM] (мг/дм³).	S _i . кг/с
10.01.84	14.7	482	
9.02.84	18.4	618	
11.03.84	20.7	496	
2.04.84	204	280	
15.05.84	715	241	
1.06.84	454	227	
5.07.84	192	277	
9.08.84	39.6	284	
6.09.84	28	401	
10.10.84	32.4	402	
9.11.84	20.2	634	
5.12.84	19.9	583	

Таблиця 8.6 - Виміряні витрати розчинених речовин
р. Прут – м. Чернівці (3 км нижче міста) за 1987 р.

Дата	Q (м³/с)	[ΣM] (мг/дм³).	S _i . кг/с
9.01.87	6.96	641	
5.02.87	9.27	699	
9.03.87	36.2	740	
10.04.87	68.3	346	
6.05.87	56.7	307	
25.05.87	232	300	
4.07.87	42	598	
6.07.87	35	493	
24.07.87	16.7	469	
5.08.87	36	464	
3.09.87	17.4	579	
5.10.87	24.1	422	
4.11.87	19.1	544	
5.11.87	15.7	580	
8.12.87	40	464	

Таблиця 8.7 - Виміряні витрати розчинених речовин
р. Прут – м. Чернівці (3 км нижче міста) за 2002 р.

Дата	Q (м ³ /с)	[ΣM] (мг/дм ³).	S _i . кг/с
25.01.2002	49.9	490	
28.02.2002	67.6	478	
14.03.2002	83.4	426	
23.04.2002	139	419	
13.05.2002	88.2	486	
19.06.2002	56.4	450	
26.07.2002	60.6	498	
8.08.2002	60.6	502	
26.09.2002	134	442	
25.10.2002	81.8	567	
11.11.2002	57.8	466	
6.12.2002	35.4	529	

Таблиця 8.8 - Виміряні витрати розчинених речовин
р. Прут – м. Чернівці (3 км нижче міста) за 2004 р.

Дата	Q (м ³ /с)	[ΣM] (мг/дм ³).	S _i . кг/с
8.01.2004	19.9	431	
12.02.2004	57.2	397	
25.03.2004	124	412	
6.04.2004	55.9	370	
6.05.2004	69.1	330	
7.06.2004	41.6	517	
20.07.2004	41.6	429	
26.08.2004	47	450	
8.09.2004	38	439	
8.10.2004	48	462	
24.11.2004	49	304	
3.12.2004	69.7	281	

Таблиця 8.9 - Щоденні витрати води Q м³/с												
річка Прут - місто Чернівці за 1947 рік, F=6890 км²												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	9,24	10	155	83,2	86,6	26,4	116	48,6	149	32,6	73	100
2	8,82	10	162	83,2	69,8	19,4	81,5	45,8	116	36,1	76,4	118
3	8,4	9,6	165	73	57	17	63,8	45,8	98	36,1	126	118
4	8,4	9,4	173	74,7	52,8	18,2	54,2	37,2	86,6	32,6	152	118
5	8,4	9,6	153	65	47,2	18,8	45,8	35	90	38,4	141	126
6	8,4	10	138	68,2	40	16	43	33,8	138	33,8	163	120
7	8,4	10	146	73	37,2	15,5	40,7	30,6	149	29,8	215	118
8	8,4	9,2	164	66,6	33,8	16	37,2	31,5	102	29	199	104
9	8,4	8,6	144	73	31,5	17	33,8	32,6	81,5	29	141	100
10	8	8,4	98	69,8	31,5	15,5	32,6	33,8	73	28,1	114	92
11	7,52	8,8	61,8	73	29,8	17,6	30,6	32,6	63,4	28,1	108	83,2
12	6,72	9,6	48,6	66,6	24,7	18,8	29,8	36,1	60,2	31,5	364	83,2
13	6,4	10,4	40,7	60,2	21,8	21,2	29	40,7	51,4	31,5	187	79,8
14	5,92	11,1	40	52,8	24,7	21,8	28,1	37,2	51,4	29	360	73
15	5,92	10,9	68,2	48,6	24,7	29	29,8	36,1	45,8	33,8	603	76,4
16	5,92	9,8	144	44,4	23	18,8	30,6	35	41,8	33,8	349	71,4
17	5,92	9,8	120	40,7	21,8	16	52,8	33,8	40	30,8	190	66,6
18	5,92	10	96	37,2	26,4	17	178	31,5	40	29	166	69,8
19	6,24	10,5	146	38,4	28,1	20	98	29	38,4	33,8	144	64,9
20	7,84	10,6	215	40,7	29,8	92	71,4	28,1	37,2	45,8	122	58,7
21	9,4	11,2	218	38,4	28,1	225	58,6	29,8	40,7	41,8	114	45,6
22	9,4	14,6	175	36,1	26,4	146	63,4	54,2	36,4	47,2	116	34,5
23	9,2	17	135	36,1	22,4	133	79,8	57	33,8	61,8	163	33,5
24	9	21,6	124	38,4	20,6	124	81,5	55,6	32,6	79,8	190	64,8
25	8,2	29,3	141	43	20,6	90	88,3	41,8	32,6	76,4	206	101
26	7,36	65,4	133	43	19,4	54,2	83,2	32,6	35	73	172	112
27	7,2	118	120	38,4	18,8	102	83,2	31,5	38,4	65	130	143
28	7,36	146	110	33,8	24,7	81,5	73	36,1	33,8	60,2	118	159
29	7,68		104	33,8	26,4	118	83,2	38,4	31,5	58,6	110	53,8
30	8,6		92	57	29	160	79,8	51,4	31,5	660,2	108	24,4
31	9,4		84,9		26,4		57	100		71,4		32,2

Таблиця 8.10 - Щоденні витрати води $Q \text{ м}^3/\text{с}$												
річка Прут - місто Чернівці за 1950 рік, $F=6890 \text{ км}^2$												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	20,3	17,4	71,2	61,4	48,8	29	16,8	12	16,8	15,6	39,4	35
2	73,2	18,3	62,8	60	46	25	15	12	15	14,4	36,1	39,4
3	71	18,3	62,8	58,6	39,4	21,8	19,2	11	16,8	13,2	32	41,6
4	58	18	60	61,4	42,7	23,4	18	12	14,4	18,6	26	36,1
5	52,5	14,2	57,2	68,4	39,4	24,2	23,4	13,2	19,2	21	29	32
6	53	14,2	54,4	1,5	43,8	20,4	22,6	18	20,4	21,8	29	32
7	49,3	15,9	51,6	83	57,2	18,6	20,4	20,4	18	20,4	41,6	35
8	44	15,9	50,2	62,8	68,4	20,4	25	21,8	16,2	21	125	37,2
9	39,3	17,6	58,6	61,4	57,2	21,8	107	31	18	21	77	40,5
10	38,6	24,6	58,6	57,2	46	19,8	77	27	15,6	17,4	60	51,6
11	28,2	32,9	51,6	58,6	43,8	19,8	51,6	23,4	13,2	15	48,8	46
12	23,2	41,6	48,8	62,8	46	20,4	37,2	20,4	13,2	14,4	48,8	43,8
13	19,9	32,4	46	62,8	39,4	17,4	33	19,2	13,2	15,6	41,6	42,7
14	21	75	43,8	58,6	43,8	16,8	35	19,8	16,8	21,8	46	39,4
15	21,4	119	41,6	71,2	42,7	15,6	29	16,8	13,8	20,4	51,6	41,6
16	19,7	157	39,4	117	8,3	19,2	29	14,4	12	28	50,2	41,6
17	19,5	340	37,2	113	41,6	18	25	19,2	11	33	43,8	42,7
18	20,2	195	37,2	130	54,4	20,4	20,4	19,8	13,2	27	37,2	38,3
19	14,7	150	41,6	125	48,8	21,8	19,2	20,4	12	25	41,6	35
20	12,3	115	41,6	95,4	41,6	30	19,8	27	11	39,4	35	34
21	14,3	90,6	42,7	87,5	41,6	39,4	20,4	25	11	48,8	31	34
22	17	80	42,7	89	39,4	27	17,4	21,8	12	43,8	31	35
23	17,9	75,5	41,6	92,2	33	23,4	15	25	12	36,1	31	33
24	17,3	68,4	40,5	77	35	21,8	16,8	22,6	16,6	30	31	34
25	17	60	39,4	71,2	35	23,4	15,6	17,4	14,4	27	31	30
26	18,6	57,2	39,4	64,2	33	21,8	15	15,6	12,6	28	31	27
27	18,3	57,2	39,4	62,8	31	19,2	15,6	15,6	12	31	34	25
28	17,6	60	37,2	54,4	31	16,8	15,6	19,2	12,6	35	44,9	27
29	17,4		36,1	50,2	31	18	15	16,2	14,4	53	39,4	17,1
30	16,8		42,7	60	25	19,2	16,8	14,4	18	47,4	37,2	18,9
31	16,1		51,6		23,4		13,8	13,2		39,4		14,3

Таблиця 8.11 - Щоденні витрати води $Q \text{ м}^3/\text{с}$												
річка Прут - місто Чернівці за 1951 рік, $F=6890 \text{ км}^2$												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	20,8	23,4	30	51,6	153	98,6	121	54,4	37,2	71,2	21,8	14,4
2	18,7	21,2	29	51,6	139	86	92,2	46	55,8	98,6	20,4	15,6
3	18,7	19,6	22,6	48,8	127	77	71,2	39,4	65,6	139	18,6	14,4
4	17,4	15,6	20,4	48,8	123	51,6	60	35	51,6	89	20,4	13,2
5	18,7	14,1	23,4	43,8	146	43,8	54,4	39,4	57,2	77	19,8	13,2
6	21,6	14,1	23,4	54,4	143	48,8	50,2	39,4	57,2	65,6	18	15,6
7	23,2	13,4	21,8	115	109	55,8	64,2	60	39,4	86	17,4	14,4
8	23,2	14,1	24,2	98,6	86	43,8	57,2	42,7	34	103	19,2	12,6
9	20,8	14,1	28	68,4	86	50,2	43,8	42,7	41,6	80	16,8	15,6
10	21,1	13,4	32	60	80	111	39,4	35	34	65,6	16,8	16,2
11	21,1	13,4	33	60	69,8	540	37,2	29	27	62,8	19,2	13,2
12	21	14,1	31	72,6	74	351	40,5	74	30	47,4	18,6	13,2
13	24,2	14,1	30	186	89	230	35	136	29	39,4	16,8	15,6
14	25	14,1	36,1	134	656	163	35	160	25	43,8	16,8	13,2
15	21,8	15,3	71,2	214	54,4	121	53	12,2	26	37,2	19,8	12,2
16	21,8	17,5	107	205	58,6	95,4	48,8	121	31	31	22,6	11,3
17	22,6	18	74	156	60	89	48,8	113	27	30	20,4	12,6
18	21,8	18,5	58,6	130	57,2	65,6	43,8	143	21,8	32	23,4	11,7
19	20,4	19,4	46	105	71,2	60	53	214	20,4	31	21	10,3
20	20,4	19,9	60	86	95,4	71,2	62,8	375	26	27	16,8	9,13
21	21,8	20,4	75,5	77	98,6	130	51,6	244	31	31	16,8	8,8
22	15,4	21,7	60	102	84,5	143	57,2	146	57,2	28	16,2	10,6
23	8,4	27,6	51,6	136	81,5	125	43,8	115	46	23,4	15,6	9,6
24	10,1	37,4	46	292	80	123	41,6	89	35	21,8	19,2	10,1
25	9	26	48,8	612	78,5	150	39,4	77	27	23,4	18	8,8
26	7,39	19,5	46	535	81,5	105	35	77	25	21,8	16,8	9,6
27	9,54	27	48,8	331	80	127	38,3	62,8	26	19,8	16,8	11,5
28	32,8	29	55,8	284	57,2	111	46	53	27	25	15,6	16,8
29	31,5		54,4	222	54,4	98,6	87,5	53	32	25	17,4	13,8
30	27,6		48,8	181	55,4	89	98,6	54,4	84,5	21	16,8	13,9
31	25,7		43,8		64,2		71,2	41,6		19,2		12,2

Таблиця 8.12 - Щоденні витрати води $Q \text{ м}^3/\text{с}$												
річка Прут - місто Чернівці за 1952 рік, $F=6890 \text{ км}^2$												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	12,2	17,6	37,4	465	105	77,4	57,4	66,1	19,1	27	45,7	77,4
2	12,8	16,8	27,6	702	89	56,4	51	52,7	14	22,9	44	69,2
3	12,7	16,8	26,5	792	80	54,5	47,5	47,5	14	16,6	35,4	67,1
4	13,8	16,8	31	363	102	57,4	44	49,2	19,1	13	33,7	57,4
5	14,4	15,6	22,5	257	89	76	37,1	38,8	22	17,8	32	47,5
6	14,4	16,2	18,8	247	84,5	95,4	33,7	35,4	16,6	17,8	33,7	42,3
7	13,2	14,4	17,1	257	97	69,2	30,3	35,4	15,3	15,3	35,4	37,1
8	13,2	14,1	16,8	237	95,4	70,3	28,6	25,3	17,2	19,1	29,4	28,3
9	13,2	16,5	17,7	216	98,6	57,4	30,3	17,2	12	22	22,9	26,7
10	13,2	17,1	17,6	222	92,2	54,5	33,7	28,6	14,6	20,4	26,1	22,4
11	13,2	16	18,5	237	92,2	59,2	30,3	35,4	27	19,1	20,4	26,2
12	13,2	20	21	222	77	51	27	33,7	23,7	25,3	17,8	30,3
13	14,4	19,8	22,4	240	80	56,4	31,2	23,2	16,6	23,7	20,4	28,2
14	15,6	19,2	21,7	244	168	59,2	28,6	27,8	17,8	17,8	20,4	38,5
15	13,2	17,4	23,1	260	284	64	24,5	22	17,8	16,6	23,7	43,4
16	13,2	19,8	21,7	253	178	51	25,3	17,2	12	27,8	19,1	75,6
17	13,2	27	21,7	227	134	49,2	25,3	20,4	11	34,6	22	152
18	13,8	31	21,7	216	168	51	32,8	22	12	28,6	22	89
19	14,4	31	21,7	178	158	56,4	30,3	17,8	13	32	27	59,2
20	13,8	29	21	158	134	57,4	35,4	17,2	11	25,3	27	51
21	20,4	26	22,9	150	139	64	28,6	27	55,8	19,1	25,3	46,6
22	60	25	24,5	143	130	98,4	20,4	27	54,5	27,8	22	44
23	35,4	44,9	24,1	149	113	83,4	25,3	17,8	35,4	25,3	29,4	41,4
24	19,4	89	22,6	146	95,4	64	22,4	22,9	28,6	25,3	26,1	39,7
25	16,5	105	22,8	143	109	62,1	19,1	22	32,8	27	23,7	37,1
26	18,8	77	27,8	134	89	189	30,3	17,8	27	37,1	22	33,3
27	21	65,6	54,4	130	86,1	100	47,5	23,7	25,3	37,1	23,7	30,3
28	19	57,2	51,6	121	89	72,4	45,7	34,6	20,4	89,6	23,7	25,3
29	18,2	45,1	60	105	86,4	78,8	38	27	17,2	89	29,4	28,6
30	18,2		54,4	103	77,4	55,4	27	16,6	18,5	16,1	130	30,3
31	18,2		234		64		22	17,8		51		35,4

Таблиця 8.13 - Щоденні витрати води Q м³/с												
річка Прут - місто Чернівці за 1984 рік, F=6890 км²												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	19,1	14,9	23,4	314	91,7	454	67	55,3	37,2	44,4	26,9	38,3
2	17,1	15,8	31,1	204	111	285	64,4	52,8	34	43,2	24	32,4
3	17,2	14,3	31,1	176	119	204	65,7	63,1	33,6	37,2	22,1	30
4	17	15,1	34,5	204	129	189	88	73	32,4	37,2	21,1	22,7
5	16,6	17,3	34,1	220	126	210	192	56,6	30	36	22,1	19,9
6	18,7	18,7	25,6	184	111	178	315	50,4	28	34,8	22,1	17,8
7	18,7	18,7	21,9	158	106	143	178	46,8	28	34,8	20,2	17,1
8	15,9	18,4	22,8	137	132	122	168	43,2	30	32,4	20,2	17,6
9	15,2	18,4	21,8	153	137	112	220	39,6	46,8	32,4	20,2	18,9
10	14,7	15,3	22,3	132	126	116	150	38,4	38,4	32,4	20,2	20,2
11	15,2	15,3	20,7	106	111	108	121	37,2	32,4	31,2	20,2	19,6
12	14,9	15,2	20,7	78,2	101	100	102	38,4	32,4	31,2	22,1	20,2
13	14,8	15	20,2	75,3	90,1	100	88	69,2	34,8	29	22,1	20,2
14	14,8	14,9	19,7	72,4	228	88	77,5	76	32,4	29	18,3	20,2
15	14,4	14,8	18,7	69,7	715	82	73	55,3	30	28	15	18,8
16	13,9	14,7	18,7	64,6	418	100	70	46,8	30	30	14,9	17,2
17	13,5	14,6	19,7	63,3	268	118	73,5	44,4	30	31,2	14,9	15,7
18	13	14,3	20,7	62,1	238	94	110	45,6	32,4	31,2	15,1	15,5
19	13	15	20,7	58,3	210	83,5	121	49,2	24,8	28	15	16
20	13,1	15,4	19,2	52	151	76	94	43,2	37,2	25,9	16,8	16,2
21	13,1	14,7	18	46,1	125	74,5	79	43,2	21,2	24,9	17,4	16,4
22	13,3	15	18,7	44,9	118	70	73	39,6	91,2	24,9	19,6	15,9
23	13,7	15	20,2	42,6	112	70	73	37,2	32,4	22,1	20	16,9
24	14	15	21,8	42,5	114	79	79	34,8	27,2	22,1	22,1	16,6
25	13,8	15,1	24,4	57	191	83,5	83,5	32,4	36	22,1	28	14,4
26	15,9	15,8	31	178	199	83,5	70	59,2	34,8	22,1	45	13,3
27	16,7	16,3	63,3	142	147	73	67	100	59,2	22,1	44,4	14,4
28	14,4	18,7	129	124	127	73	65,7	54,4	46,8	21,1	76	14,3
29	14,4	20,7	223	99,1	149	67	67	50,4	39,6	21,1	70	14,3
30	14,2		362	82,5	131	64,4	67	43,2	37,2	25,9	49,2	14,3
31	14,4		432		199		59,2	43,2		30		14,3

Таблиця 8.14 - Щоденні витрати води Q м³/с												
річка Прут - місто Чернівці за 1987 рік, F=6890 км²												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	11,9	11,3	35,8	109	44	198	38	21,1	21,9	36	20,4	45
2	12,5	10,5	28,5	88,8	51,8	154	33	21,1	20,4	33	19,7	49,4
3	10,6	9,63	23,7	68,3	57,1	112	34	27,4	17,9	30,2	19,7	58,4
4	8,21	9,45	22,6	53	57,1	107	42	71,7	17,9	26,6	19,1	51,8
5	9,18	9,27	27,8	53	56,7	90,8	37	36	17,9	24,1	15,7	44
6	10,5	8,78	24,2	66,6	56,7	80,2	35	35	16,7	22,6	19,7	35
7	12,2	8,31	18,7	92,3	69,3	78,5	32	99,3	16,7	21,1	19,7	34
8	9,36	8,88	22,1	71,7	152	71,7	29,3	88,3	16,7	19,7	19,1	40
9	6,96	9,77	36,2	61,2	179	62,5	24,1	49,4	16,7	20,4	19,7	34,9
10	6,96	11,3	26,4	68,3	130	56,7	23,3	40	16,7	21,1	19,7	22,4
11	8,67	12,8	23,3	45,8	109	51,8	32	34	17,3	20,4	19,7	22,1
12	9,79	13,6	18,8	70	99,3	50,6	36	32	17,3	19,7	19,1	19,7
13	10,6	15,7	16,5	63,9	92,3	48,2	28,3	30,2	15,2	13,5	21,1	21,8
14	8,94	17,2	15,5	50,8	81,3	49,4	24,9	26,6	15,6	20,4	24,9	17,9
15	9	17,2	14,6	44	75,1	47	24,1	25,8	15,1	28,3	23,3	15
16	8,51	18,8	13,5	39	73,4	44	22,6	25,8	14,5	32	50,8	14,5
17	6,97	21,8	14,1	37	66,2	44	20,4	37	14	27,4	118	15,6
18	6,71	26,2	14,1	37	59,8	44	21,1	36	14	64,1	75,1	16,2
19	6,58	34,3	13,8	39	54,4	44	21,9	31,1	14,5	21,9	58,4	27
20	6,03	40	14,9	38	53	40,6	21,9	32	15,6	21,1	42,2	53,2
21	5,84	48,1	22,2	37	55,7	37	20,4	41	17,9	20,4	44	76,3
22	5,6	70,6	37,4	44	61,2	36	18,5	42	21,9	18,5	42	76,3
23	5,92	131	45,1	61,2	112	40	17,3	33	21,9	18,5	42	93,2
24	7,41	118	44,4	48,2	533	37	16,7	27,4	19,7	17,9	38	57,1
25	7,62	79,4	44	42	232	39	15,6	24,9	17,9	17,3	36	45,6
26	8,78	49,1	52,5	39	158	38	16,7	21,9	16,2	19,7	38	33,5
27	16	48,5	81,7	47	120	40,4	18,5	19,7	17,3	30,2	85,3	44,8
28	12,9	49,9	76,1	48,2	99	40	54,4	19,7	19,7	45	87,1	57,1
29	11,9		161	47,9	85,3	43	41	21,1	80,1	34	58,8	65,7
30	11,5		124	45	76,5	49,4	29,2	28,3	47	24,9	53	80,4
31	11,9		124		92,3		24,1	25,8		21,1		85,2

Таблиця 8.15 - Щоденні витрати води Q м³/с												
річка Прут - місто Чернівці за 2002 рік, F=6890 км²												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	32,4	165	142	184	99,8	94,7	55	67,6	56,4	81,8	63,4	39,6
2	32,4	141	120	193	102	81,8	42,4	85	55	75,4	59,2	41
3	33,2	110	117	187	103	77	38,2	72,2	52,2	67,6	57,8	41
4	33,2	96,4	228	159	107	107	34	64,8	49,4	63,4	64,8	38,2
5	33,9	98,1	146	122	107	139	32,8	63,4	46,6	59,2	59,2	38,2
6	33,9	93	115	108	102	108	34	81,8	46,6	57,8	59,2	35,4
7	33,9	85	119	94,7	93	91,4	34	73,8	43,8	57,8	55	35,4
8	35,3	78,6	244	86,6	86,6	89,8	34	60,6	43,8	53,6	55	27,4
9	35,2	81,8	177	89,8	81,8	154	32,8	83,4	43,8	50,8	55	25,2
10	35,9	80,2	130	89,8	83,4	107	35,4	96,4	41	50,8	55	20,5
11	36,6	78,6	105	91,4	85	177	49,4	132	41	49,4	57,8	19,6
12	37,2	77	94,7	110	86,6	166	38,2	108	57,8	52,2	59,2	19,4
13	37,9	77	88,2	117	88,2	115	35,4	88,2	66,2	96,4	63,4	19,2
14	38,6	113	83,4	163	85	91,4	30,4	73,8	64,8	137	63,4	19
15	39,3	88,2	81,8	177	86,6	78,6	27	80,2	98,1	107	120	18,6
16	40	69	80,2	194	89,8	70,6	26	304	72,2	93	130	18,5
17	40,7	56,4	81,8	172	80,2	63,4	39,6	798	73,8	80,2	103	18,3
18	42,4	56,4	75,4	151	72,2	62	73,8	585	66,2	69	86,6	18,1
19	41,9	57,8	72,2	154	75,4	56,4	69	267	56,4	62	75,4	17,8
20	42,8	67,6	78,6	149	67,6	52,2	89,8	187	50,8	70,6	66,2	17,6
21	44,1	64,8	86,6	141	60,6	49,4	88,2	154	49,4	60,6	63,4	17,4
22	44,7	64,8	80,2	136	56,4	46,6	105	127	46,6	56,4	60,6	17,1
23	45,9	64,8	80,2	139	55	45,2	96,4	112	53,6	53,6	56,4	16,9
24	47,4	60,6	78,6	129	53,6	46,6	88,2	99,8	181	57,8	52,2	16,7
25	49,9	62	113	112	52,2	43,8	62	94,7	130	81,8	49,4	16,5
26	70,6	56,4	147	107	66,2	53,6	60,6	88,2	134	93	48	16,2
27	89,4	55	136	103	85	43,8	85	78,6	129	75,4	43,8	16
28	165	67,6	127	103	134	39,6	72,2	72,2	117	78,6	42,4	17,9
29	184		113	113	113	36,8	89,8	67,6	102	112	39,6	19,8
30	213		117	103	129	57,8	105	63,4	93	86,6	41	22,1
31	165		166		136		94,8	60,6		73,8		23

Таблиця 8.16 - Щоденні витрати води Q м³/с												
річка Прут - місто Чернівці за 2004 рік, F=6890 км²												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	25,6	24	60,3	64,7	59,2	52,6	36,5	342	56,5	55,4	34,2	43
2	22,9	47,8	55,9	63,6	61,4	49,3	35,5	383	55,4	55,4	34,2	41
3	21,7	70	52,6	61,4	65,8	47,1	33,5	193	49	53,3	34,2	69,7
4	20,9	83	50,4	57	64,7	44,9	33,5	136	45	47	33,3	156
5	20,6	129	49,3	55,9	64,7	43,8	33,5	181	42	44	33,3	88,6
6	20,5	159	40,4	55,9	69,1	42,7	32,5	270	41	42	32,4	71,9
7	20,2	166	37,4	60,3	85,6	41,6	33,5	267	39	40	30,6	60,9
8	19,9	164	42,7	62,5	84,5	40,5	48,2	380	38	48	32,4	55,4
9	19,6	131	43,8	64,7	74,6	39,5	39,5	193	42	38	38	51
10	19,6	96,6	43,8	60,3	64,7	42,7	36,5	152	44	39	39	46
11	19,5	73,5	43,8	59,2	60,3	39,5	86,7	219	41	45	48	45
12	19,4	57,2	42,7	79	59,2	40,5	59,2	152	39	69,7	53,2	45
13	19,3	45,5	41,6	101	53,7	51,5	47,1	118	36	62	44	43
14	19,1	41,7	42,7	106	57	74,6	41,6	100	32,4	48	39	42
15	18,9	43,8	49,3	113	153	63,6	33,5	93,6	34,2	47	69,7	40
16	18,6	44,7	57	90	111	50,4	35,5	87,4	32,4	44	64,2	35,1
17	18,2	43	66,9	80,1	96,6	46	33,5	75,4	34,2	41	57,6	32,4
18	18,3	41,2	107	74,6	102	46	32,5	67,5	39	46	55,4	37,4
19	18,3	49,3	145	71,3	88,9	41,6	34,5	58,7	39	57,6	60,9	38
20	17,9	41,4	145	70,2	76,8	39,5	41,6	55,4	34,2	49	103	41
21	17,8	34,6	158	69,1	70,2	37,5	42,7	53,2	33,3	47	80,2	31,6
22	17,3	31,6	180	66,9	64,7	37,5	47,1	53,2	33,3	44	59,8	29,2
23	17,1	35	175	66,9	66,9	36,5	44,9	55,4	33,3	43	50	30
24	17	38,6	131	68	75,7	33,5	42,7	52,1	37	41	49	37,8
25	16,8	39	124	66,9	74,6	32,5	81,2	49	87,4	39	48	37,8
26	16,9	44,9	117	68	65,8	35,5	61,4	47	186	40	43	31,6
27	16,6	47,1	97,7	69,1	60,3	50,4	55,9	49	103	39	43	30,8
28	16,3	44,9	86,7	63,6	52,6	41,6	114	62	83,8	38	42	33,3
29	15,9	53,7	801	60,3	55,9	35,5	155	52,1	70,8	36	42	47
30	15,9		73,5	58,1	55,9	36,5	111	47	59,8	35,1	42	49
31	15,8		68		53,7		154	51		35,1		43

Таблиця 8.17 - Щоденні витрати розчинених речовин S (кг/с)												
річка Прут - місто Чернівці за рік												
Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
Сер												
Макс												
Мін												

ДОДАТОК 9

Таблиця 9.1 – Хімічний склад води за 1947 р.
річка Прут - місто Чернівці (3 км нижче міста)

Дата	Q (м ³ /с)	Головні іони, мг/дм ³						
		$[Ca^{2+}]$	$[Mg^{2+}]$	$[Na^{+}+K^{+}]$	$[HCO_3^{-}]$	$[SO_4^{2-}]$	$[Cl^{-}]$	$[\Sigma M]$
30.01.47	8.6	60.9	14	34.8	212.9	78.8	16	417.4
6.02.47	10	59.8	14.1	33.8	212.9	72.9	17	410.5
21.02.47	11.2	58.8	7.6	35.8	183	71.7	17.8	374.7
25.03.47	141	64.4	10.3	42.5	212.9	82.6	19.5	432.2
29.03.47	104	47.2	12.5	40.8	183	68	21.3	372.8
25.04.47	43	58.8	12.7	22.5	183	61.4	21.3	359.7
8.05.47	33.8	58.8	14.4	13.5	183	55.6	17.8	343.1
26.05.47	19.4	60.8	14	3.8	152.6	59.6	21.3	312.1
1.08.47	48.6	70	11.1	7	170.8	61.7	21.3	341.9
23.08.47	57	74.4	8.2	11.8	176.9	60.4	24.5	356.2
23.09.47	33.8	72.6	9	11.8	170.8	64.4	24.5	353.1
15.10.47	33.8	73.6	8.5	13.2	170.8	62.4	28.4	356.9

Таблиця 9.2 – Хімічний склад води за 1950 р.
річка Прут - місто Чернівці (3 км нижче міста)

Дата	Q (м ³ /с)	Головні іони, мг/дм ³						
		$[Ca^{2+}]$	$[Mg^{2+}]$	$[Na^{+}+K^{+}]$	$[HCO_3^{-}]$	$[SO_4^{2-}]$	$[Cl^{-}]$	$[\Sigma M]$
16.01.50	19.7	84.7	13.1	10.2	209.3	68.3	30.7	416.3
10.02.50	24.6	76.3	12.3	9.5	197.7	56	27.9	379.7
17.03.50	37.2	67.5	9.9	7	163.5	49.4	26.6	323.9
4.04.50	61.4	55.8	10.9	12.8	171.4	39.5	19.8	310.2
21.04.50	87.5	42.5	4.6	7.8	112.2	23	17.3	207.4
6.05.50	43.8	53.3	7.7	13	161	32.7	17.3	285
23.05.50	33	53.5	6.4	19.2	155.6	36.6	23.5	295.2
20.06.50	30	60.1	5.6	27.5	189.8	35.2	25.7	343.9
10.07.50	77	50.8	5	22.8	162.9	28.8	20.8	291.1
20.07.50	19.8	60.6	4.9	30.2	181.8	39.1	29.8	346.4
17.08.50	19.2	58.8	7.5	25.8	184.8	37.4	27.6	342.4
13.09.50	13.2	69.8	8.9	22.5	184.8	79.6	14.8	380.4
23.09.50	12	86.1	12	22.5	202	100.4	28.1	451.1
20.10.50	39.4	61.2	6.8	22.8	186.7	37.4	24.4	339.3

Таблиця 9.3 – Хімічний склад води за 1951 р.
річка Прут - місто Чернівці (3 км нижче міста)

Дата	Q (м ³ /с)	Головні іони, мг/дм ³						
		$[Ca^{2+}]$	$[Mg^{2+}]$	$[Na^{+}+K^{+}]$	$[HCO_3^{-}]$	$[SO_4^{2-}]$	$[Cl^{-}]$	$[\Sigma M]$
12.01.51	21	67.5	8	37.5	195.2	65.6	34	407.8
24.01.51	10.1	69	9	42.8	219.6	68	31	439.4
9.02.51	14.1	67	8	58.5	244	66.2	34	477.7
22.02.51	21.7	70.4	7	58	244	68	35	482.4
17.03.51	74	50.6	6	25	147	47.5	22	298.1
16.04.51	205	42	6	22.8	137.3	35.8	18	261.9
24.04.51	292	40.4	5.4	21.5	134.2	32.1	16	249.6
25.04.51	612	40	6	18	134.2	30.6	13	241.8
14.05.51	656	45	9	18	140.3	43	18	273.1
16.06.51	95.4	50	8.8	28	170.8	50.6	17.5	325.7
16.08.51	121	66.2	8	9.5	159.2	48	26	316.9
20.08.51	375	49	7.3	9	122	43.3	18	248.6
21.08.51	244	59.4	8.5	10	147	46.6	24	295.5
31.10.51	19.2	68.2	10.5	35.2	220.2	60.8	28	422.9
14.11.51	16.8	64	10	37.2	220.2	55.8	26	413.2
27.11.51	16.8	66	13.5	35.2	231.8	58	28	432.5
28.12.51	16.8	72	14	39.2	244	65	34	468.2

Таблиця 9.4 – Хімічний склад води за 1952 р.
річка Прут - місто Чернівці (3 км нижче міста)

Дата	Q (м ³ /с)	Головні іони, мг/дм ³						
		$[Ca^{2+}]$	$[Mg^{2+}]$	$[Na^{+}+K^{+}]$	$[HCO_3^{-}]$	$[SO_4^{2-}]$	$[Cl^{-}]$	$[\Sigma M]$
16.02.52	19.8	73	9.8	36.2	220.2	58.4	38	435.6
25.02.52	105	77	9.8	33.8	231.8	56.7	36	445.1
27.03.52	54.4	57	8.5	35.2	183	52.8	30	366.5
31.03.52	234	53	9	35	183	52.5	24.6	357.1
1.04.52	465	41	6	14	109.8	47.5	11	229.3
3.04.52	792	33	4	20	97.6	40.5	12	207.1
4.04.52	363	38	5.4	20.2	115.3	42.2	13	234.7
5.04.52	257	48	6	19.5	146.4	38	17	274.9
9.04.52	216	46	5.5	22.8	146.4	34.8	19	274.5
22.04.52	143	40.6	5.5	18.5	134.2	27.2	16	242
29.05.52	86.4	50	6.1	23.8	170.8	30.6	18	299.3
10.06.52	54.5	52.4	6.4	22.8	170.8	33.4	20	305.8
30.06.52	55.4	58.5	8.6	17.2	183	36.4	20	323.7
12.07.52	27	58	10.4	22	195.2	38.8	21	345.4
22.07.52	20.4	62	13.4	23.2	220.2	40.2	24	383
16.08.52	17.2	61.2	12.6	13.8	185.2	38.2	23	344.2
29.08.52	27	61.8	11.4	25	219.6	38.2	22	378
13.09.52	16.6	62.4	13.2	18.5	208	40.1	25	367.2
30.09.52	18.5	63.2	12.4	21.8	208	42.4	26	373.8

Таблиця 9.5 – Хімічний склад води за 1984 р.
річка Прут - місто Чернівці (3 км нижче міста)

Дата	Q (м ³ /с)	Головні іони, мг/дм ³						
		[Ca ²⁺]	[Mg ²⁺]	[Na ⁺ +K ⁺]	[HCO ₃ ⁻]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl]	[ΣM]
10.01.84	14.7	71.4	16	45.1	268	44.7	43.2	482
9.02.84	18.4	73.4	30.3	43.4	293	100	54.6	618
11.03.84	20.7	75.5	12.9	47.8	290	86.4	51	496
2.04.84	204	55.1	10	15.2	128	59.6	20.9	280
15.05.84	715	51	6.7	16.8	116	41.3	18.1	241
1.06.84	454	32.6	16.2	12.2	100	37.9	14.9	227
5.07.84	192	36.7	17.8	28.1	177	13.4	22.3	277
9.08.84	39.6	32.6	19.1	32.1	183	11.5	22.7	284
6.09.84	28	40.8	19.8	25.1	275	5.8	17.4	401
10.10.84	32.4	42.8	31.9	22.8	207	59.6	38.3	402
9.11.84	20.2	51	45.1	30.5	336	88.4	51	634
5.12.84	19.9	42.8	31.8	10.2	268	112	45	583

Таблиця 9.6 – Хімічний склад води за 1987 р.
річка Прут - місто Чернівці (3 км нижче міста)

Дата	Q (м ³ /с)	Головні іони, мг/дм ³						
		[Ca ²⁺]	[Mg ²⁺]	[Na ⁺ +K ⁺]	[HCO ₃ ⁻]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl]	[ΣM]
9.01.87	6.96	64.7	17.5	111	171	192	82.2	641
5.02.87	9.27	91.4	16.7	93.8	247	185	63.1	699
9.03.87	36.2	95.2	19.8	103	250	167	104	740
10.04.87	68.3	48.3	8.6	40.3	149	72	27.7	346
6.05.87	56.7	40.7	5.4	41.3	140	56.7	22.7	307
25.05.87	232	47.9	4.3	31.5	140	58.6	17.7	300
4.07.87	42	22.8	22.6	48.5	397	81.2	24.8	598
6.07.87	35	51.7	7.4	56.8	165	90.3	31.2	493
24.07.87	16.7	51.7	10.7	75.5	168	126	36.6	469
5.08.87	36	54.9	6.4	77.8	156	126	42.5	464
3.09.87	17.4	53.3	11.1	110	165	203	36.2	579
5.10.87	24.1	76.1	11.9	34.9	192	73.9	41.8	422
4.11.87	19.1	71.5	20.6	60.6	203	117	52.2	544
5.11.87	15.7	76.2	22.6	76.3	214	119	70.9	580
8.12.87	40	60.5	9.6	54.9	198	81.2	44.6	464

Таблиця 9.7 – Хімічний склад води за 2002 р.
річка Прут - місто Чернівці (3 км нижче міста)

Дата	Q (м ³ /с)	Головні іони, мг/дм ³						
		$[Ca^{2+}]$	$[Mg^{2+}]$	$[Na^{+}+K^{+}]$	$[HCO_3^{-}]$	$[SO_4^{2-}]$	$[Cl^{-}]$	$[\Sigma M]$
25.01.2002	49.9	64.1	11.2	57.3	293	28.8	35.8	490
28.02.2002	67.6	56.1	9.7	65.3	281	33.6	32.3	478
14.03.2002	83.4	50.1	19.5	28.7	250	34.5	32.9	426
23.04.2002	139	44.1	9.8	60.2	252	28.8	24.5	419
13.05.2002	88.2	43.3	7.3	83.6	299	37.3	15	486
19.06.2002	56.4	57.7	10.7	51.4	278	28.8	23.6	450
26.07.2002	60.6	60.1	7.8	69.3	299	32.7	29.5	498
8.08.2002	60.6	70.5	11.7	53.6	279	53.8	32.9	502
26.09.2002	134	51.3	14.1	53.5	250	41.3	31.9	442
25.10.2002	81.8	88.1	10.2	81.1	308	50.8	48.8	567
11.11.2002	57.8	84.2	19.5	15.5	256	46.1	44.6	466
6.12.2002	35.4	97	22.4	14.1	299	52.7	44.1	529

Таблиця 9.8 – Хімічний склад води за 2004 р.
річка Прут - місто Чернівці (3 км нижче міста)

Дата	Q (м ³ /с)	Головні іони, мг/дм ³						
		$[Ca^{2+}]$	$[Mg^{2+}]$	$[Na^{+}+K^{+}]$	$[HCO_3^{-}]$	$[SO_4^{2-}]$	$[Cl^{-}]$	$[\Sigma M]$
8.01.2004	19.9	61.7	35.5	2.5	256	30.1	45.2	431
12.02.2004	57.2	64.1	14.6	23.1	244	16.4	34.7	397
25.03.2004	124	39.5	5.8	69.4	352	30	17.4	412
6.04.2004	55.9	67.3	4.9	25.9	224	22.5	24	370
6.05.2004	69.1	44.1	5.8	37.5	207	13.7	20.6	330
7.06.2004	41.6	56.5	3.4	53.8	271	50.2	45.1	517
20.07.2004	41.6	53.7	18.2	70.4	297	31.9	32.3	429
26.08.2004	47	72.1	10.8	36.4	277	18.3	35.7	450
8.09.2004	38	64.1	8.3	45.7	269	21.9	29.8	439
8.10.2004	48	71	9.2	42.6	261	29.2	28.9	462
24.11.2004	49	61.7	6.3	12.3	171	27.4	25.5	304
3.12.2004	69.7	69.7	5.8	26.9	218	31	28.9	281

Таблиця 9.9 - Кореляційна матриця
річка Прут - м.Чернівці за _____ рік

Показник	$[Ca^{2+}]$	$[Mg^{2+}]$	$[Na^{+}+K^{+}]$	$[HCO_3^{-}]$	$[SO_4^{2-}]$	$[Cl]$	$[\Sigma M]$
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$							
$[Ca^{2+}]$	—						
$[Mg^{2+}]$	—	—					
$[Na^{+}+K^{+}]$	—	—	—				
$[HCO_3^{-}]$	—	—	—	—			
$[SO_4^{2-}]$	—	—	—	—	—		
$[Cl]$	—	—	—	—	—	—	
$[\Sigma M]$	—	—	—	—	—	—	—

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
«ГІДРОМЕТРІЯ ТА ГІДРОХІМІЯ»

Укладачі: Колодєєв Є.І.,
Гриб О.М.
Яров Я.С.

Підписано до друку 30.10.2008 р. Формат 60х84/16
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 10,46
Накла 50 прим. Замовлення 385
Видавництво та друкарня "ТЕС"
(Свідоцтво ДК № 7711) Одеса, Канатна 81/2.
Надруковано з готового оригінал-макета

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