

A photograph of a large bridge spanning a wide river at sunset. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. In the foreground, a black water level gauge with white markings and numbers is partially submerged in the water. The bridge has a metal railing and concrete supports. The water is calm with some ripples.

ГРИБ О. М.

**ГІДРОМЕТРІЯ І ГІДРОХІМІЯ.
НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА**

Навчальний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГРИБ О. М.

ГІДРОМЕТРІЯ І ГІДРОХІМІЯ. НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА

Навчальний посібник

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2020

УДК 502/504

Г 82

Затверджено вченою радою Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України як навчальний посібник для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» (протокол № 7 від 24.09.2020 р.)

Рецензенти:

*Доцент кафедри гідрографії і морської геодезії Національного університету «Одеська морська академія», кандидат географічних наук, доцент **Медведєва Юлія Сергіївна**.
Завідувач кафедри хімії навколишнього середовища Одеського державного екологічного університету, доктор технічних наук, професор **Софронков Олександр Наумович**.*

Гриб О. М.

Гідрометрія і гідрохімія. Навчальна практика: навчальний посібник. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2020. 110 с.

У навчальному посібнику викладені методичні пояснення польових і камеральних гідрометричних та гідрохімічних досліджень, які пов'язані з: підготовчо-організаційними роботами (у т. ч., з питаннями техніки безпеки та охорони праці), рівневими спостереженнями, вимірюваннями витрат води та завислих наносів, гідрохімічними роботами та фізико-хімічними дослідженнями води і донних відкладів, а також гідробіологічними дослідженнями річок і озер.

Навчальний посібник призначено для розширення та поглиблення студентами отриманих на лекційних та практичних заняттях знань і вмінь та їх закріплення під час виконання запланованих на навчальній практиці видів робіт. Крім того, навчальний посібник забезпечує самостійну підготовку та виконання студентами польових і камеральних робіт та оформлення звіту з практики.

Навчальний посібник рекомендується для студентів та інших здобувачів закладів вищої освіти, які вивчають дисципліну «Гідрометрія та гідрохімія» та навчаються за спеціальністю 101 «Екологія» (рівень вищої освіти «бакалавр»), а також рекомендується для всіх спеціальностей, рівнів, видів і форм навчання, де вивчаються питання різних гідрометричних, гідрохімічних та гідроекологічних досліджень водних екосистем.

ISBN 978-966-186-101-4

© Гриб О.М., 2020

© Одеський державний екологічний університет, 2020

ЗМІСТ

	<i>Стор.</i>
ПЕРЕДМОВА	5
1 ПІДГОТОВЧО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОБОТИ	6
1.1 Організаційні роботи, вимоги до оформлення звіту, форми і методи контролю та підведення підсумків з навчальної практики ..	7
1.1.1 <i>Вимоги до оформлення звіту з навчальної практики</i>	7
1.1.2 <i>Форми і методи контролю та підбиття підсумків з навчальної практики</i>	8
1.2 Інструктаж і залік з правил техніки безпеки та охорони праці під час проведення гідрометричних і гідрохімічних робіт	9
1.2.1 <i>Вимоги безпеки перед початком роботи</i>	9
1.2.2 <i>Вимоги безпеки під час виконання гідрометричних робіт</i> ...	9
1.2.3 <i>Вимоги безпеки після закінчення роботи</i>	12
1.2.4 <i>Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях</i>	12
1.2.5 <i>Вимоги безпеки під час виконання гідрохімічних робіт</i>	12
1.3 Гідрометричні і гідрохімічні прилади, плавзасоби, такелаж, рятувальні засоби та їх підготовка для виконання робіт	15
1.3.1 <i>Обладнання плавзасобів при виконанні гідрометричних та гідрохімічних робіт</i>	15
1.3.2 <i>Загальний перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання гідрометричних робіт</i>	16
1.3.3 <i>Загальний перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання гідрохімічних робіт</i>	17
2 РІВНЕВІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ	19
2.1 Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання рівнів води та обробки отриманих результатів	19
2.2 Організація рейкового та самописного водомірних постів	20
2.3 Обробка водомірної книжки	21
2.4 Обробка стрічки самописа рівня води	21
3 ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА РІЧКАХ	23
3.1 Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання витрат води та обробки отриманих результатів	23
3.2 Визначення витрат води, вимірюваних за допомогою гідрометричних млиноків основним способом (зі штанги, з тросу на тросовій переправі)	24
3.3 Визначення витрат води, вимірюваних за допомогою поверхневих поплавців	27

4	ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЗАВИСЛИХ НАНОСІВ	31
4.1	Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання витрат завислих наносів та обробки отриманих результатів.....	31
4.2	Вимірювання витрати завислих наносів основним способом з використанням батометра та механічного лота з троса.....	32
5	ГІДРОХІМІЧНІ РОБОТИ.....	38
5.1	Методика відбору і консервації проб води на хімічний аналіз	38
5.2	Вимірювання температури води	40
5.3	Визначення характеру та інтенсивності запаху.....	41
5.4	Визначення смаку і присмаку води	42
5.5	Визначення «пінистості» води	43
5.6	Визначення прозорості води.....	44
5.7	Визначення кольору і кольоровості води.....	45
5.8	Визначення pH води	46
5.9	Визначення розчиненого у воді кисню	46
5.10	Біохімічне споживання кисню (BCK_5).....	49
5.11	Визначення сірководню	49
5.12	Вивчення продукції і деструкції органічних речовин	49
5.13	Визначення мінералізації та електропровідності води.....	53
5.14	Проведення візуальних спостережень поверхні водойми.....	54
6	ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ	55
6.1	Відбір та підготовка проб для аналізу	55
6.2	Основні характеристики донних відкладів	56
7	ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РІЧОК І ОЗЕР	59
7.1	Загальні відомості про гідробіонтів водних екосистем.....	59
7.2	Визначення макрофітів	60
7.3	Визначення біомаси фітопланктону за прозорістю води	66
7.4	Визначення трофності водойм	67
	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	68
	ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК.....	68
	ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	70
	ДОДАТКИ.....	71
	ДОДАТОК А Прилади та обладнання для гідрологічних і гіdroхімічних вимірювань.....	71
	ДОДАТОК Б Зразок титульного листа до звіту з навчальної практики ...	77
	ДОДАТОК В План пояснювальної записки до звіту з навчальної практики	78
	ДОДАТОК Г Книжка гідрологічна КГ-1М(н).....	80
	ДОДАТОК Д Книжка гідрологічна КГ-3М(н)	91
	ДОДАТОК Е Книжка гідрологічна КГ-6М(н)	100
	ДОДАТОК Ж Книжка гідрологічна КГ-7М(н)	1066

ПЕРЕДМОВА

Навчальний посібник «Гідрометрія і гідрохімія. Навчальна практика» з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія» присвячено питанням організації та проведення навчальної практики гідрологічного та гідрохімічного напрямів, які є складовою частиною дисципліни, що вивчається.

Забезпечення виконання польових робіт в межах планових завдань підкріплюються необхідними навчально-методичними обґрунтуваннями, роз'ясненнями і рекомендаціями. Навчальний посібник складено відповідно до робочої програми [1] з поясненнями і рекомендаціями, які дають можливість студентам здійснювати самостійну підготовку до їх виконання.

У навчальному посібнику наведено перелік літератури та нормативні вимоги до виконання робіт і оформлення звіту [1-20].

За своїм змістом та формою подання матеріалу навчальний посібник охоплює тематику навчальної дисципліни, а головне – дає змогу студентам здійснювати підготовку до польових і камеральних робіт від їх організації до форми підготовки звітної матеріалу. Відповідно до цього і вважаючи перелік задач, які складаються з гідрометричних і гідрохімічних вимірювань, зведених у навчальному посібнику, його поява дійсно є дуже корисним кроком в допомозі студентам до закріплення практичних навичок польової й камеральної гідрометрії та гідрохімії.

Навчальний посібник призначено для студентів, які навчаються за спеціальністю 101 «Екологія» (РПД-3 «Гідроекологія») та рекомендується для всіх спеціальностей і форм навчання, де вивчаються гідрометричні та гідрохімічні вимірювання.

Місця проведення практики: річки Дністер, Глибокий Турунчук, озера Біле, Старий Турунчук, єрики Олександрівський, Фестивальний.

Метою і задачами практики є:

- закріпити, розширити та поглибити теоретичні знання з гідрометрії та гідрохімії, отримані під час аудиторних занять;
- набути практичних навичок самостійного виконання польових і камеральних гідрометричних та гідрохімічних робіт.

Під час практики необхідно:

- оволодіти навичками організації праці колективу при виконанні гідрометричних і гідрохімічних робіт, ініціативності та самостійності;
- закріпити знання з гідрометричних і гідрохімічних вимірювань;
- виконувати обробку та оформлювати результати робіт.

Навчальний посібник викладений з урахуванням багаторічного практичного навчально-виробничого, експедиційного досвіду проведення навчальних практик з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія» в Одеському державному екологічному університеті (ОДЕКУ).

1 ПІДГОТОВЧО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОБОТИ

Навчальна практика проходить у два етапи:

1) польовий – на базі Гідроекологічного польового центру (ГЕПЦ) ОДЕКУ в гирловій ділянці р. Дністер (с. Маяки);

2) камеральний – на базі ГЕПЦ (с. Маяки) та в інших аудиторіях і лабораторіях ОДЕКУ (м. Одеса).

Види робіт, що виконуються на навчальній практиці, поділені на три блока, представлених нижче.

1. Підготовчо-організаційні роботи (формування бригади та обрання бригадиру; ознайомлення з робочою програмою навчальної практики та цими методичними вказівками; інструктаж і здавання заліку з правил техніки безпеки (ТБ) та охорони праці (ОП); одержання, перевірка та підготовка до робіт приладів, обладнання, плавзасобів і такелажу (див. Додаток А), рятувальних засобів).

2. Гідрометричні роботи на озерах та річках різних розмірів (організація водомірних спостережень; спостереження за рівнем води та обробка водомірних книжок; промірні роботи у створах та вимірювання витрат води основним способом гідрометричними млинками зі штанги на малій річці; вимірювання витрат води на великій річці з використанням поверхневих поплавців; організація тросової переправи; вимірювання витрат води основним способом з тросу та одночасне вимірювання витрат завислих наносів основним способом; проміри глибин за повздовжніми профілями з використанням GPS та електронних ехолотів під час зйомки озера; обробка матеріалів робіт та аналіз результатів).

3. Виконання гідрохімічних робіт на озерах та річках (вимірювання температури, прозорості, кольору, рН, мінералізації, запаху, вмісту та відсотку насичення води розчиненим киснем; відбір, маркування і транспортування до лабораторії проб води та донних відкладень для їх подальшого аналізу; виконання візуальних спостережень стану водних об'єктів; обробка і аналіз одержаних матеріалів).

В зв'язку з тим, що польовий етап навчальної практики виконується на водних об'єктах, потрібно пройти інструктаж з правил ТБ при роботі на водних об'єктах та прийнятими в ГЕПЦ і лабораторіях ОДЕКУ правилами ОП і ТБ [2-9], додержуватися їх при виконанні всіх робіт.

В період практики всі зобов'язані бути на робочому місті та приймати участь у виконанні робіт відповідно програми навчальної практики [1], бережно відноситися до приладів та обладнання у відповідності з правилами експлуатації та правил з ТБ.

1.1 Організаційні роботи, вимоги до оформлення звіту, форми і методи контролю та підбиття підсумків з навчальної практики

Специфікою навчальної практики є робота в бригадах, тому перед початком навчальної практики формуються студентські бригади, які складаються з 4-5 студентів. В кожній бригаді обов'язково обирається бригадир, кандидатура якого узгоджується з керівником практики.

В обов'язки бригадира входить одержання й облік приладів та обладнання для виконання гідрометричних і гідрохімічних робіт, літератури та контроль їх збереження, а також ведення щоденника, який є невід'ємною частиною звіту з навчальної практики. Крім того, бригадир розподіляє між членами своєї бригади виконання різних видів польових і камеральних робіт та при підготовці звіту з навчальної практики.

Кожен бригадир веде щоденник навчальної практики, де кожного дня відмічає присутність членів своєї бригади під час виконання різних видів робіт та їх персональну участь в підготовці звітних матеріалів і самого звіту з навчальної практики.

Після формування бригади та вибору бригадиру необхідно ознайомитись з цими методичними вказівками та негайно розпочати виконання видів робіт згідно робочої програми навчальної практики.

1.1.1 Вимоги до оформлення звіту з навчальної практики

За результатами виконання робіт на навчальній практиці кожною бригадою складається окремий звіт з навчальної практики, до якого входять матеріали, одержані за результатами вимірювань та їх обробки. Ці матеріали включають польові журнали, таблиці, графіки, отримані під час вимірювань або за результатами обробки результатів вимірювань та пояснювальну записку, згідно робочої програми навчальної практики.

Матеріали звіту нумерують і скріплюють в одну папку згідно змісту, який розміщується після титульного листа (див. **Додатки Б та В**).

Звіт повинен бути оформлений згідно з вимогами ДСТУ 3008-2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» [10].

До звіту додається щоденник бригадира, в якому повинні бути відображені відомості про склад бригади, щоденна участь її членів при виконанні різних видів робіт, зміст і обсяг цих робіт.

Додані до звіту матеріали мають супроводжуватись пояснювальною запискою, яка коротко відображає методичні вимоги при виконанні робіт (з посиланням на відповідну літературу [1-20]) та фактичні умови й особливості проведення робіт на конкретному водному об'єкті.

1.1.2 Форми і методи контролю та підбиття підсумків з навчальної практики

Звіт приймається після виконання всіх видів робіт та оформлення матеріалів згідно з робочою програмою навчальної практики.

Навчальна практика завершується захистом кожною бригадою власного звіту і включає приймання заліку у вигляді індивідуальних бесід з кожним студентом по матеріалах підготовленого бригадою звіту.

Залік приймається комісією, яка складається з керівників практики. Головою комісії є відповідальний керівник навчальної практики.

Залік приймається у студентів, які були присутні на всіх робочих днях навчальної практики, повністю виконали робочу програму практики.

Залік виставляється кожному студенту індивідуально, з урахуванням відповідей на запитання під час захисту звіту з навчальної практики, оцінок, отриманих студентом при проміжному контролі, якості виконаних робіт, ініціативи та дисципліни за час проходження навчальної практики.

Захист звіту з навчальної практики відбувається в присутності всіх членів бригади.

Оцінка студента на навчальній практиці складається з двох частин: 1) виконання робіт та оформлення звіту на протязі навчальної практики згідно робочої програми; 2) захист підготовленого бригадою звіту.

Оформлений звіт та позитивна робота студента під час практики оцінюється у 60% від загальної суми балів, а захист звіту – у 40%.

Питання, які задаються членами комісії під час заліку, включають організацію гідрологічних і гідрохімічних спостережень, їх виконання, форми контролю, методи обробки та оцінки заключних результатів.

Оцінку «зараховано» отримують студенти, які успішно виконали всі роботи й оформили звіт згідно з робочою програмою навчальної практики.

Студенти, які не виконали робочу програму навчальної практики, отримують «не зараховано» чи «немає допуску» та проходять навчальну практику повторно, під час канікул, або відраховуються з ОДЕКУ.

Звітний матеріал до пп. 1.1:

- 1) титульний лист до звіту з навчальної практики;***
- 2) щоденник бригадира з навчальної практики;***
- 3) зміст звіту з навчальної практики;***
- 4) список літератури;***
- 5) вступ до звіту з навчальної практики з описом місць проведення навчальної практики, мети та задач навчальної практики, етапів і видів робіт;***
- 6) підпункт 1.1 розділу 1 звіту з навчальної практики з описом підготовчо-організаційних робіт, складу бригади, обов'язків бригадиру.***

1.2 Інструктаж і залік з правил техніки безпеки та охорони праці під час проведення гідрометричних і гідрохімічних робіт

Перед початком навчальної практики потрібно пройти інструктаж з правил техніки безпеки (ТБ) і охорони праці (ОП), дотримуватися яких необхідно при виконанні гідрометричних та гідрохімічних робіт на практиці, а також скласти залік з плавання і греблі.

Ознайомлення та вивчення правил з ТБ і ОП здійснюється за допомогою даного навчального посібника та інструкцій, що вказані в переліку рекомендованої літератури [2-9].

1.2.1 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком окремих видів роботи треба пройти повторний інструктаж на робочому місці відповідно до цього виду роботи.

Для виконання польових видів робіт треба мати відповідні для цього одяг і взуття, які повинні бути легкими та зручними. Забороняється працювати без взуття і головного убору, засобів індивідуального захисту і аптечки.

При виконанні камеральних робіт з використанням спеціального електричного обладнання (наприклад, сушильна шафа) необхідно перевірити наявність надійного захисного устаткування, стан електричних шнурів та вилок, вимикачів та засобів управління.

У разі виявлення порушень електричного устаткування або інших несправностей, негайно повідомити про це керівника практики або завідувача лабораторії.

1.2.2 Вимоги безпеки під час виконання гідрометричних робіт

Вимоги безпеки під час виконання гідрометричних робіт:

- при користуванні маломірними суднами не допускається їхнє перевантаження;
- вантажопідйомність човна визначається шляхом завантаження його з таким розрахунком, щоб сухий борт човна в будь-якому місці піднімався в тиху погоду не менш ніж на 20 см;
- суворо забороняється стояти в моторному човні при початку його руху з місця;
- стояти в човні, сидіти на бортах при його русі забороняється;
- перший, хто виходить із човна на берег, зобов'язаний надійно пришвартувати його і тільки після цього можна виходити із човна іншим;
- забороняється плавання і проведення робіт на човнах при швидкості вітру більшій ніж 5 м/с або хвилюванні більшому за 3 бали;

- при виникненні в процесі виконання робіт значного вітру і хвилювання, роботу із гребних і моторних човнів варто припинити та йти до берега;

- у випадку, якщо судно одержало пробоїну, роботи повинні бути негайно припинені, а судно спрямоване до найближчого берега;

- при проведенні гідрологічних спостережень і робіт на річках і каналах треба строго виконувати наступні правила встановлення маломірного судна на якір і зйомки з нього:

- а) не можна ставати на якір у границях суднового ходу, на перекатах, біля берегів із притискним і нерівним рухом води;

- б) при підході до місця стоянки потрібно розгорнути судно носом проти течії річки (якщо воно рухається за течією), зменшити хід і приготувати якір до віддачі;

- в) якірний канат повинен бути заздалегідь покладений рівними шлагами, щоб при віддачі якоря він не заплутався і не зачепив надбудову й інші частини судна та пасажирів, нижній кінець каната повинен бути надійно прикріплений до корпусу судна (носовий – до носа, кормовий – до корми);

- г) коли рух судна припиниться, якір беруть у руки і скидають у воду трохи вперед, при віддачі якоря не повинно бути поруч сторонніх осіб, при цьому потрібно стежити, щоб якірний канат або якір не зачепив одяг, ногу або руку людини, яка віддає його, та інших пасажирів;

- д) для полегшення підйому якоря треба дати малий хід уперед, піднімаючи якір, не можна сильно нахилятися або звішуватися з борту;

- е) хід судна можна збільшувати після остаточного підйому якоря;

- при роботах зі сталевим тросом забороняється робота без рукавиць;
 - при організації дієвої допомоги з берега не варто квапитися плисти до берега, а, підтримуючись на плаву, зберігати сили;

- на човен, що підійшов, підніматися з носа або корми, а не з борту, щоб уникнути перекидання;

- не відпливати від човна, який перекинувся, і зберігає плавучість, а триматися за нього, підпливаючи разом з ним до берега;

- якщо судно, що перекинулося, не зберігає плавучість або якщо нижче за течією є небезпечні місця (пороги, водоспади і т.п.), варто негайно плисти до берега;

- при роботах з невеликих човнів забороняється пересаджувати людей з одного човна в інший, пересуватися човном і робити різкі рухи;

- розміщати людей і устаткування в човнах треба на початку роботи, коли човен біля берега;

- не дозволяється ставати на борт човна, всі роботи із човна повинні виконуватися сидячи;

- забороняється плавання і робота далеко від берегів на великих озерах і водоймищах без охорони човнів моторними суднами;

– всі виконавці гідрологічних спостережень і робіт на судні та команда судна, повинні бути забезпечені індивідуальними рятувальними засобами: рятувальними кругами, рятувальними жилетами та поясами промислового виготовлення;

– зазначені рятувальні засоби повинні бути міцними, справними та готовими до негайного використання і відповідати вимогам нормативів;

– при виконанні промірів глибин наміткою, штангою або лотом з маломірних суден повинні виконуватися наступні запобіжні заходи:

а) штангою можна робити проміри при глибинах не більших ніж 3 м;

б) при глибинах від 3 до 4 м проміри дозволяється виконувати наміткою 5-6 м, вона повинна бути без тріщин і нерівностей, які можуть ушкодити руки, маса її не повинна перевищувати 10-12 кг;

в) промірник повинен перебувати в носовій частині судна, намітку варто закидати з верхнього (за течією) борта судна, якщо вона зачепилася за перешкоду на дні річки, її варто негайно відпустити;

г) при промірах лотом ручним забороняється ставати на борти судна і перегинатися через борт, намотувати на руку вільний кінець лотліня;

д) при виконанні промірів глибин наміткою, штангою або лотом на судні повинно бути не менше двох чоловік;

– при роботі з ехолотом слід суворо дотримуватися інструкції з експлуатації приладу та наступні вимоги:

а) забортні пристрої обов'язково закріплюються за борт судна, тримати забортні пристрої у руках забороняється;

б) кришки ехолота під час роботи повинні бути закриті;

в) регулювання апарата при включеному електроживленні забороняється;

г) монтаж ехолота на катері або шлюпці повинен здійснюватися з дотриманням рівномірного розміщення його частин;

д) випромінювач (приймач) ехолоту повинен бути закріплений у горизонтальному положенні, не порушуючи безпеку і зручність роботи оператора ехолота та інших;

е) при використанні кислотних акумуляторів треба строго дотримуватися інструкції з їх експлуатації;

– при натягуванні каната (троса) на судноплавних і сплавних річках повинна бути передбачена можливість його швидкого спуску (підйому) для пропуску суден або плотів;

– канат, натягнутий на високих опорах через судноплавну річку, повинен бути позначений сигналами: удень – декількома прапорами, а уночі – декількома прикріпленими до нього білими ліхтарями;

– при роботі з канатом (тросом), натягнутим невисоко над водою, повинно бути організовано безперервне спостереження за всіма суднами і плотами, що підходять до нього, і забезпечити своєчасне опускання каната (троса) для безперешкодного пропуску суден або плотів;

- якщо поблизу вище або нижче гідроствору є поворот і швидкості течії великі, необхідно організувати сигналізацію про наближення суден;
- забороняється пересуватися по канату (тросу), стоячи в човні, і триматися за нього руками;
- забороняється підхід на човні або катері до каната, натягнутого через річку, з верхньої за течією сторони;
- забороняється пересуватися по канату (тросу) в човні, який закріплено за нього в носовій частині, при відсутності на кормі кермового;
- забороняється робота з канатом (тросом) без рукавиць;
- відбір проб води батометром-пляшкою з вантажем робиться з судна за допомогою добре закріпленої за каркас плавзасобу лебідки;
- у підрозділах, що використовують маломірні судна, повинен вестися журнал реєстрації виходів плавзасобів на водні об'єкти, де фіксуються час виходу, час повернення, кількість працівників у рейсі, район робіт, прізвище особи, що відповідає за проведення робіт, і прізвище особи, що дозволила вихід (журнал повинен зберігатися на березі).

1.2.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після закінчення роботи та перед поверненням на базу треба перерахувати кількість людей у плавзасобі, їх кількість повинна бути така, як і перед початком роботи. Якщо виконувалися камеральні роботи з використанням електрообладнання, то його потрібно відімкнути від електромережі, витягнути штепсельні вилки з розеток.

1.2.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

У разі виникнення нещасного випадку треба негайно повідомити керівника і викликати швидку медичну допомогу за телефоном «103». Далі надати потерпілому першу медичну допомогу згідно пам'ятки з безпеки життєдіяльності [9], або пункту 5 інструкції № 67 [2], де викладено порядок дій у таких випадках. Не допускати у небезпечну зону сторонніх.

1.2.5 Вимоги безпеки під час виконання гідрохімічних робіт

При проведенні гідрохімічних робіт необхідно ретельно дотримуватися правил техніки безпеки [2-9]. Необхідно стежити за вентиляцією лабораторії і у витяжній шафі, не допускати роботи при поганій вентиляції. В лабораторній аптечці у доступному місці мають бути: вата, бинти, борна кислота у розчині (2%) та кристалічна, йодна настойка, розчин оцтової кислоти (2%), лейкопластир, мазь від опіків, розчин двовуглекислої соди (5%), нашатирний спирт, пінцет, ножиці, склянка для промивання очей тощо.

Робота з хімічними реактивами:

– при роботі з рідкими кислотами треба пам'ятати, що вони можуть спричиняти важкі хімічні опіки, що погано загоюються, тому розбавляти кислоти потрібно лише певним чином – *лити кислоту у воду*, та ніколи не навпаки;

– при попаданні сильної кислоти на тіло слід обмити пошкоджене місце спочатку великою кількістю води під проточним струменем з крану, а потім – 5% розчином двовуглекислого натрію (соди);

– при опіці лугами також треба обмити вражене місце великою кількістю проточної води з крану, а вже потім – 2% розчином оцтової кислоти;

– розбавляти концентрований розчин лугу треба таким чином – *лити луг у воду*, та ніколи не навпаки;

– при розчиненні лугів у воді спостерігається сильне розігрівання, тому луги треба розчиняти у фарфоровому товстостінному посуді – спочатку концентровані розчини, а після охолодження розбавити до потрібної концентрації;

– при попаданні у рот лужного розчину йодистого калію порожнину рота промивають спочатку водою, а потім 2% розчином борної кислоти до усунення мильного присмаку у роті та знову водою, потім порожнину рота змазують харчовим жиром;

– якщо у порожнину рота попав розчин азотнокислого срібла, необхідно промити порожнину рота великою кількістю розчину хлористого натрію;

– при отруєнні хімічними реактивами необхідно ввести потерпілому у шлунок відповідні речовини: при отруєнні кислотами – мильна вода, магnezія, сода, вапнякова вода, молоко, рідке мучне тісто, слизисті відвари; при отруєнні лугами – лимонна кислота або 5% оцтова; при отруєнні солями – яєчний білок, велику кількість молока; при отруєнні йодом – крохмаль з водою, в'язучі настойки, міцний чай або кофе;

– при наповненні піпетки будь-яким розчином, треба користуватись гумовою грушею;

– роботу зі шкідливими, отруйними та легко летючими речовинами слід проводити у витяжній шафі;

Робота з лабораторним посудом:

– лабораторний (скляний, фарфоровий тощо) посуд треба тримати обережно, не стискаючи його сильно руками для запобігання можливого поранення;

– мити лабораторний посуд треба теж вкрай обережно йоржками, щоб не пробити дно або стінки;

– при невеликих порізах склом або фарфором, треба обережно вилучити осколки, змити кров навколо ранки ватним тампоном, змазати йодом та зав'язати бинтом, або заклеїти лейкопластирем;

– при глибоких артеріальних порізах після вилучення осколків треба міцно перев'язати руку вище порізу джгутом, витерти кров навколо рани, накласти кілька шарів стерильної марлі, потім товстий шар гігроскопічної вати та викликати лікаря.

Робота з нагрівальними приладами:

- нагрівальні прилади не можна оставляти без нагляду, їх необхідно встановлювати на спеціальні ізоляційні підкладки;
- нагрітий посуд або інші предмети треба брати спеціальними щипцями (канцер), колботримачем або просто рушником;
- у приміщенні лабораторії завжди повинні знаходитись протипожежні засоби: азбест, пісок, вогнегасник, кошма;
- водою можна гасити тільки такі речовини, що розчиняються у воді або важчі за неї;
- *масло, бензин, керосин гасити водою неприпустимо;*
- при опіку 1-го ступеня (почервоніння шкіри) користуються спеціальними мазями від опіку;
- при опіку 2-го ступеня (пухирі на шкірі) вражене місце треба обробити розчином марганцевокислого калію або розчином таніну;
- при опіку 3-го ступеня (руйнування тканини шкіри) треба покрити вражене місце стерильною пов'язкою та викликати лікаря.

Робота з електроприладами:

- в лабораторії краще використовувати електричну плитку із закритою спіраллю;
- під плитку треба підкладати азбестову ковдру чи керамічну або мармурову підставку;
- при роботі з електроплиткою, рН-метром, освітлювальними або іншими електричними приладами слід ретельно ізолювати проводи, не допускати потрапляння на них води, іскріння;
- усі несправності слід усувати при вимкненій електричній мережі.

Студентам забороняється усувати несправності лабораторних приладів і посуду самотійно – слід тільки вказати на несправність керівнику або працівнику лабораторії. Про всі виявлені несправності та збої в роботі приладів і устаткування необхідно повідомляти керівника.

Під час виконання робіт слід бути уважним, не відволікатися ні на які сторонні явища та речі.

Звітний матеріал до пп. 1.2:

1) підпункт 1.2 розділу 1 звіту з навчальної практики з описом основних положень правил техніки безпеки і охорони праці під час проведення гідрометричних та гідрохімічних робіт;

2) в кінці підпункту 1.2 розділу 1 звіту з навчальної практики інформація про проходження інструктажу та здачі заліку з ТБ та ОП членами бригади (список бригади з особистими підписами всіх членів).

1.3 Гідрометричні і гідрохімічні прилади, плавзасоби, такелаж, рятувальні засоби та їх підготовка для виконання робіт

Для виконання гідрометричних та гідрохімічних робіт одержуються всі необхідні прилади (засоби вимірювальної техніки) і обладнання (випробувальне і допоміжне), плавзасоби, такелаж і рятувальні засоби (для виконання польових робіт).

Перед початком вимірювань обов'язково здійснюється перевірка, юстировка (калібрування) та підготовка приладів і обладнання, плавзасобів і такелажу та рятувальних засобів для виконання робіт.

Перевірку, юстировку (калібрування) та підготовку приладів і обладнання, плавзасобів і такелажу необхідно виконувати за методиками, які рекомендуються у спеціалізованій літературі [11-20] та коротко викладені нижче за текстом.

1.3.1 Обладнання плавзасобів при виконанні гідрометричних та гідрохімічних робіт

Всі самохідні плавзасоби в робочому стані повинні мати:

а) справний корпус, який не виявляє течії як нижче, так і вище за ватерлінію;

б) комплект необхідного для плавання такелажу та устаткування: весла, кочета, якорі, багри, приладдя у достатній кількості, необхідні прилади та інструменти для ремонту двигуна;

в) справні водовідливні засоби: на малих судах – ковші, відра; на великих – помпи, насоси;

г) підручні ремонтні матеріали для тимчасового закладення пробойн і тріщин, зокрема, пластир (прямокутний шматок брезенту, обшитий по краях мотузкою з петлями у кутах);

д) необхідні рятувальні засоби;

е) засоби судноплавної сигналізації;

ж) аптечку для надання першої допомоги.

Всі маломірні судна повинні бути забезпечені наступним мінімумом рятувальних, водовідливних і протипожежних засобів:

– рятувальний круг (1 шт.);

– канат довжиною 25 м, прив'язаний до рятувального круга;

– рятувальні жилети (1 шт. на кожну людину);

– сокира (1 шт.);

– якір (2 шт.);

– черпак або ківш (1 шт.);

– аптечка (1 шт.).

1.3.2 Загальний перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання гідрометричних робіт

Перед початком виконання гідрометричних робіт відповідно до рекомендацій у спеціалізованій літературі [11-20] та даному навчальному посібнику здійснюється перевірка і підготовка приладів та обладнання.

Загальний перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання гідрометричних робіт на навчальній практиці, представлений нижче.

Човен (укомплектований пайолами та сидіннями) – 1 од.

Комплект весел (2 весла) – 1 комплект.

Якір (з лінем довжиною 25 м) – 2 шт.

Сокира – 1 шт.

Рятувальний круг (з лінем довжиною 25 м) – 1 од.

Рятувальні жилети – 1 шт. на кожну людину.

Черпак (ківш) – 1 шт.

Аптечка (автомобільна або інша) – 1 шт.

Пара чобіт резинових – 1 пара на кожну людину.

Рейка водомірна переносна ГР-104 (РВП-III-49) – 1 од.

Рейка водомірна переносна із заспокоювачем ГР-23 – 1 од.

Урізний кілок або дерев'яна паля (довжиною 0,5 м) – 1 од.

Самопис рівня води «Валдай» – 1 комплект.

Штанга гідрометрична розкладна (довжиною 3 м) – 1 комплект.

Лот механічний (гідрометрична лебідка) ПИ-23 («Нева») – 1 од.

Вантаж рибоподібної форми (вагою 5 кг або 10 кг) – 1 од.

Апаратура супутникової навігації GPS72 Garmin (або інший) – 1 од.

Ехолот електронний Fishfinder 250 Garmin (або інший) – 1 од.

Млинок гідрометричний ГР-21М (або ГР-55 чи ГР-99) – 1 комплект.

Секундомір механічний СОП пр-2а (або інший) – 1 од.

Поплавці поверхневі (дерев'яні круги або інші) – 15 од.

Анемометр ручний (механічний, цифровий або інший) – 1 од.

Батометр-пляшка ГР-16М – 1 комплект.

Батометр миттєвого наповнення ГР-18 – 1 комплект.

Батометр-вакуумний ГР-61М – 1 комплект.

Штатив для батометра-вакуумного ГР-61М – 1 од.

Ємність (металева або пластикова) для води (об'ємом 5 дм³) – 10 шт.

Мірний посуд (стакани, циліндри тощо) – 1 комплект.

Прилад для примусової фільтрації рідини ГР-60 – 1 комплект.

Ваги лабораторні електронні (або інші) з точністю до 0,0001 г – 1 од.

Ексикатор скляний (або інший) ємністю 2-5 дм³ – 1 од.

Шафа сушильна 2В-151 (або інша) – 1 од.

Термометр скляний ртутний ТТ до шафи сушильної 2В-151 – 1 од.

Електрична піч лабораторна СНОЛ-1,6.2,5.1/9-ИЗ (або інша) – 1 од.
Насос ручний (ножний) – 1 од.
Бюкс алюмінієвий – 10 шт.
Щуп донний ГР-69 – 1 комплект.
Відбірник проб донних відкладів (ковшовий) ГР-86 – 1 од.
Ємність (відро або інше) для проб донних відкладень – 1 од.
Термометр водний (ТМ 10-3 або інший) – 1 од.
Оправа для термометра водного (з лінем довжиною 2 м) – 1 од.
Чашки фарфорові – 10 шт.
Щіпці тигельні – 1 од.
Щіпці муфельні – 1 од.
Пінцет – 1 од.
Фільтр паперовий марки «синя стрічка» – 10 шт.
Стрічка для самописа рівня води «Валдай» – 1 шт.
Книжка гідрологічна КГ-1М(н) – 1 шт. (див. Додаток Г)
Книжка гідрологічна КГ-3М(н) – 1 шт. (див. Додаток Д)
Книжка гідрологічна КГ-6М(н) – 1 шт. (див. Додаток Е)
Книжка гідрологічна КГ-7М(н) – 1 шт. (див. Додаток Ж)
Інженерний калькулятор – 1 од.
Планшет-тримач для паперу та бланкового матеріалу – 1 шт.
Лінійка – 1 шт. на кожну людину.
Олівець простий – 1 шт. на кожну людину.
Комплект різнокольорових олівців – 1 комплект.
Гумка – 1 шт. на кожну людину
Ручка з чорною пастою – 1 шт. на кожну людину.
Зошит (12-24 арк.) – 2 шт.
Папір білий (формат А-4) – 100 арк.
Папка картонна (або пластикова) для переплітання звіту – 1 шт.
Годинник – 1 од.
Календар – 1 шт.

1.3.3 Загальний перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання гідрохімічних робіт

Хімічні реактиви:

Насичений розчин калія хлориду;
0,8 М розчин калія хлориду;
Буферні розчини з рН 4,01; 6,86; 9,18.

Лабораторний посуд:

Хімічні стакани на 25-50 см³;
Піпетки мірні;
Циліндр Снеллена.

Електроприлади та інше обладнання:

Аналізатор рідини ЭКОТЕСТ-2000Т (з електродом ЭВЛ-1М) – 1 од.

Аналізатор розчиненого кисню АЖА-101М – 1 од.

Барометр-анероїд метеорологічний БАММ-1 – 1 од.

Ваги лабораторні електронні AS 220/С – 1 од.

Гігрометр психрометричний ВІТ-2 – 1 од.

Кондуктометр ЭКСПЕРТ-002 (з датчиком УЕП-Н-С) – 1 од.

рН-метр-мілівольтметр рН-150М (з електродом ЭСКЛ-08М.1) – 1 од.

Шафа сушильна 2В-151 – 1 од.

Термометр скляний ртутний ТТ – 1 од.

Електрична піч лабораторна (муфельна) СНОЛ-1,6.2,5.1/9-ИЗ – 1 од.

Аквадистилятор електричний ДЭ-10 – 1 од.

Термометр скляний мінусовий ТМ 10-3 – 1 од.

Прилад фільтрувальний ГР-60 – 1 од.

Диск білий (Секкі) – 1 од.

Чашки фарфорові – 10 шт.

Плитка електрична – 1 од.

Штатив лабораторний – 1 од.

Щіпці тигельні – 1 од.

Щіпці муфельні – 1 од.

Пінцет – 1 од.

Набір ареометрів АОН-1 – 1 од.

Шкала кольоровості води – 1 од. (запаяні пробірки з кольоровими розчинами з номерами від I до XXI: I-II – синій, III-IV – блакитний, V-VI – зеленувато-блакитний, VII-VIII – блакитно-зелений, IX-X – зелений, XI-XII – жовтувато-зелений, XIII-XIV – зеленувато-жовтий, XV-XVI – жовтий, XVII-XVIII – коричнеувато-жовтий, XIX-XX – жовтувато-коричневий, XXI – коричневий).

Стандартний шрифт з висотою літер 3,5 мм – 1 шт.

Фільтри обеззолені «синя стрічка» – 10 шт.

Звітний матеріал до пп. 1.3:

1) підпункт 1.3 розділу 1 звіту з навчальної практики з переліком плавзасобів, такелажу, гідрометричних та гідрохімічних приладів і обладнання та рятувальних засобів, з позначенням їх кількості, типу, заводських або інвентарних номерів тощо;

2) опис готовності плавзасобів, такелажу, гідрометричних та гідрохімічних приладів і обладнання та рятувальних засобів, з позначенням тих, які не відповідали необхідним вимогам та були підготовлені до робочого стану або замінені на придатні до роботи.

2 РІВНЕВІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Рівневі спостереження – це вимірювання рівня води у водоймі в визначеному місці у конкретний час. Місце вимірювань рівня води повинне відповідати чинним вимогам і обладнується спеціальними пристроями або спорудами та має назву – водомірний пост (водпост).

Серед різних типів водомірних постів найбільш розповсюдженими є прості водпости, до яких відносяться рейкові, пальові та рейково-пальові.

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

Рівневі спостереження на водомірних постах виконують відносно умовної площини, так званого «нуля графіка поста», висотна позначка якої є постійною для всього періоду існування поста.

Нуль графіка поста призначають не менш ніж на 0,5 м нижче від найнижчого історичного рівня води в даному створі. При малих глибинах русла позначка нуля графіка поста може дорівнювати мінімальній позначці дна в створі поста або бути трохи нижче неї. Висотне положення нуля графіка поста визначається нівелюванням від репера водомірного поста.

Окрім нуля графіка поста вживається поняття «нуль спостережень», яке відповідає висотній площині, від якої виконується відлік рівня води в час спостереження. На рейковому водпосту – це площина нуля рейки, а на пальовому – площина поверхні палі, від якої виконують вимірювання.

При експлуатації водомірних постів вводиться поняття «приводка» паль або рейок – перевищення нулів спостережень паль або рейок над нулем графіка поста. Приводки паль (рейок) призначаються в сантиметрах.

«Нуль графіка поста», «нулі спостережень» і «приводки» водомірних пристроїв – є елементи системи відліків і позначок на водомірному посту.

2.1 Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання рівнів води та обробки отриманих результатів

Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання вимірювань рівнів води та обробки отриманих результатів на навчальній практиці, представлений нижче.

Рейка водомірна переносна ГР-104 (РВП-III-49) – 1 од.

Рейка водомірна переносна із заспокоювачем ГР-23 – 1 од.

Самопис рівня води «Валдай» – 1 комплект.

Анемометр ручний (механічний, цифровий або інший) – 1 од.

Термометр водний (ТМ 10-3 або інший) – 1 од.
Оправа для термометра водного (з лінем довжиною 2 м) – 1 од.
Стрічка для самописа рівня води «Валдай» – 1 шт.
Книжка гідрологічна КГ-1М(н) – 1 шт.
Інженерний калькулятор – 1 од.
Планшет-тримач для паперу та бланкового матеріалу – 1 шт.
Лінійка – 1 шт. на кожну людину.
Олівець простий – 1 шт. на кожну людину.
Стиранка – 1 шт. на кожну людину
Ручка з чорною пастою – 1 шт. на кожну людину.
Папір білий (формат А-4) – 5 арк.
Папка картонна (або пластикова) для переплітання звіту – 1 шт.
Годинник – 1 од.
Календар – 1 шт.

Звітний матеріал до пп. 2.1:

підпункт 2.1 розділу 2 звіту з навчальної практики з переліком використаних на навчальній практиці приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання вимірювань рівнів води та обробки отриманих результатів.

2.2 Організація рейкового та самописного водомірних постів

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

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

Самописні водомірні пости – це пости, оснащення яких дозволяє безперервно реєструвати коливання рівнів води. Вони мають таку назву тому, що обладнані самописами рівнів води (СРВ).

СРВ необхідні при значній добовій мінливості рівня води в річках, різких його коливаннях, при проходженні дощових паводків, згінно-нагінних явищах, а також при змінах водного режиму під впливом роботи гідротехнічних споруд.

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

Звітний матеріал до пп. 2.2:

- 1) підпункт 2.2 розділу 2 звіту з навчальної практики;***
- 2) опис і схема СРВ і типу його встановлення на водопосту.***

2.3 Обробка водомірної книжки

У процесі експлуатації водпоста виконуються рівневі спостереження та здійснюється стандартна обробка водомірної книжки КГ-1М(н).

Приведений рівень води над «0» графіка водпоста розраховують наступним чином – до значення відліку рівня води, знятого з рейки, треба додати значення приводки цієї рейки (палі).

Після обробки водомірної книжки за місяць отримують: 1) середнє значення рівня води за добу над «0» графіка водпоста; 2) середньомісячне значення рівня води; 3) найбільший і найменший рівень води за місяць (із строкових спостережень) та їх дати.

При двохстрокових спостереженнях середній добовий рівень води одержують як середнє арифметичне із строкових значень рівня на 8^{00} та 20^{00} . При однострокових спостереженнях строковий рівень води о 8^{00} приймається як середній 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 визначають як середньозважену величину по проміжках часу між строками спостережень.

Зразок водомірної книжки КГ-1М(н) представлений у Додатку В.

Звітний матеріал до пп. 2.3:

- 1) підпункт 2.3 розділу 2 звіту з навчальної практики;*
- 2) оброблена за 10 діб книжка КГ-1М(н).*

2.4 Обробка стрічки самописа рівня води

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

Обробку стрічки СРВ можна виконувати двома способами:

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

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

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

Середній добовий рівень $H_{\text{сер.доб.}}$ визначається за формулою

$$H_{\text{сер.доб.}} = \frac{\frac{H_1 + H_2}{2} \cdot T_{1-2} + \frac{H_2 + H_3}{2} \cdot T_{2-3} + \dots + \frac{H_{n-1} + H_n}{2} \cdot T_{(n-1)-n}}{24}, \quad (2.1)$$

де $H_1, H_2, \dots, H_n$ – значення рівня води в переломних точках, см;

$T_{1-2}, T_{2-3}, \dots, T_{(n-1)-n}$ – проміжки часу між сусідніми характерними точками, год.

Враховуючи конкретні особливості добового ходу рівня буває доцільним комбінування цих двох способів. При всіх випадках обробки стрічки СРВ додатково виділяють точки добового максимуму та мінімуму.

Звітний матеріал до пп. 2.4:

- 1) підпункт 2.4 розділу 2 звіту з навчальної практики;***
- 2) оброблена двома способами стрічка СРВ.***

3 ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА РІЧКАХ

Вимірювання витрат води полягає у визначенні об'єму води, який протікає через поперечний переріз потоку за одну секунду (Q , м³/с). Для вимірювання витрат води вибирають прямолінійну ділянку русла та влаштовують витратомірний гідрометричний створ.

Вимірювання витрат води можливо прямим і непрямим шляхом.

Прямі вимірювання передбачають використання мірної посудини, яка підставляється під струмінь води, при цьому фіксується час наповнення використаної ємності. Середня витрата знаходиться шляхом поділу об'єму посудини на час її заповнення.

Непрямі вимірювання витрат води передбачають вимірювання окремих елементів водного потоку, з використанням яких, шляхом подальших розрахунків, одержують величину витрати. Так, при застосуванні методу «швидкість-площа» витрата води визначається з використанням попередньо виміряних глибин потоку (для визначення площ) та швидкостей течії в гідростворі.

Обчислення витрат води виконується аналітично і графічно.

3.1 Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання витрат води та обробки отриманих результатів

Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання вимірювань витрат води та обробки отриманих результатів на навчальній практиці, представлений нижче.

Човен (укомплектований пайолами та сидіннями) – 1 од.

Комплект весел (2 весла) – 1 комплект.

Якір (з лінем довжиною 25 м) – 2 шт.

Сокира – 1 шт.

Рятувальний круг (з лінем довжиною 25 м) – 1 од.

Рятувальні жилети – 1 шт. на кожну людину.

Черпак (ківш) – 1 шт.

Аптечка (автомобільна або інша) – 1 шт.

Пара чобіт резинових – 1 пара на кожну людину.

Рейка водомірна переносна із заспокоювачем ГР-23 – 1 од.

Урізний кілок або дерев'яна паля (довжиною 0,5 м) – 1 од.

Штанга гідрометрична розкладна (довжиною 3 м) – 1 комплект.

Лот механічний (гідрометрична лебідка) ПИ-23 («Нева») – 1 од.

Вантаж рибоподібної форми (вагою 5 кг або 10 кг) – 1 од.

Апаратура супутникової навігації GPS72 Garmin (або інший) – 1 од.
Ехолот електронний Fishfinder 250 Garmin (або інший) – 1 од.
Млинок гідрометричний ГР-21М (або ГР-55 чи ГР-99) – 1 комплект.
Секундомір механічний СОП пр-2а (або інший) – 1 од.
Поплавці поверхневі (дерев'яні круги або інші) – 15 од.
Анемометр ручний (механічний, цифровий або інший) – 1 од.
Книжка гідрологічна КГ-3М(н) – 1 шт.
Книжка гідрологічна КГ-7М(н) – 1 шт.
Інженерний калькулятор – 1 од.
Планшет-тримач для паперу та бланкового матеріалу – 1 шт.
Лінійка – 1 шт. на кожну людину.
Олівець простий – 1 шт. на кожну людину.
Комплект різнокольорових олівців – 1 комплект.
Гумка – 1 шт. на кожну людину
Ручка з чорною пастою – 1 шт. на кожну людину.
Папір білий (формат А-4) – 5 арк.
Папка картонна (або пластикова) для переплітання звіту – 1 шт.
Годинник – 1 од.
Календар – 1 шт.

Звітний матеріал до пп. 3.1:

підпункт 3.1 розділу 3 звіту з навчальної практики з описом методів і переліком приладів для вимірювання витрат води.

3.2 Визначення витрат води, виміряних за допомогою гідрометричних млиноків основним способом (зі штанги, з тросу на тросовій переправі)

Принцип методу базується на моделі «швидкість-площа», в кожній швидкісній вертикалі в точках по глибині вимірюють швидкість, потім обчислюють загальну витрату в створі. Основний спосіб передбачає визначення швидкостей течії на кожній швидкісній вертикалі в точках, які відповідають горизонтам 0,2 і 0,8 від робочої глибини на вертикалі.

Перед вимірюванням витрати води необхідно визначити придатність до роботи гідрометричного млинка. З цією метою застосовують спосіб вибігу: на лопатевий гвинт млинка намотується нитка, довжиною 1 м з вантажем 100 г. Дають можливість вантажу вільно розкрутити лопатевий гвинт. Фіксують час до повної зупинки гвинта. Час вибігу повинен бути не менше 20 с. Результати записуються в книжку КГ-3М(н).

Також необхідно перевірити справність контактного і реєструючого механізмів, проводів.

Перевірити стан гідрометричної штанги, гідрометричної лебідки, лічильника глибини та змазати їх машинним маслом. Лебідку прикріплюють до лонжеронів човна.

При вимірюванні витрат води виконуються наступні роботи: опис стану річки, погоди; спостереження за рівнем води; проміри глибин; виміри швидкостей течії у двох точках на кожній швидкісній вертикалі.

При вимірюваннях швидкостей млинком на малих річках при глибинах до 3 м застосовують гідрометричні штанги. Спочатку штангою визначають робочу глибину на вертикалі, потім розраховують глибини занурення млинка (зворотним шляхом – враховуючи, що розмітка глибин на штанзі відбувається від її п'ятки), шукають відповідне місце на штанзі і закріплюють корпус млинка затискними гвинтами, опускають штангу з млинком у відповідну точку на вертикалі і проводять вимірювання. Для орієнтації осі млинка назустріч течії паралельно з віссю млинка на штанзі застосовують вказівник течії.

При роботі на глибоких і швидких річках, коли нема змоги встановити човен на якір, влаштовують тросову переправу і виміри проводять млинками, закріпленими на тросі гідрометричної лебідки. В такому випадку визначення робочої глибини на вертикалі і глибин занурення осі млинка в точки вимірювання проводять за допомогою показів лічильника глибин на гідрометричній лебідці.

При вимірюванні швидкостей млинком типу ГР-21М (сигнал через 20 обертів лопатевого гвинта) перший сигнал зазвичай пропускають. Секундомір запускають у момент закінчення другого сигналу. Чекають третього сигналу і записують у книжку КГ-3М(н) час закінчення сигналу. Далі чекають наступного сигналу і записують час його закінчення. Вимірювання швидкості триває доти, поки час витримки млинка в точці буде більший за 100 с, а число сигналів буде не менше чотирьох. Кількість обертів млинка і показання секундоміра записують у книжку КГ-3М(н).

Для обчислення витрати води в книжці КГ-3М(н) необхідно розрахувати три таблиці.

Перша таблиця – площі поперечного перерізу між промірними і швидкісними вертикалами. Спочатку розраховуються площі між сусідніми промірними вертикалами за правилом трапецій. Далі обчислюють площі між сусідніми швидкісними вертикалями.

Друга таблиця – обчислення швидкостей. Спочатку для кожної точки вимірів розраховується число обертів лопатевого гвинта за секунду (швидкість обертів гвинта) шляхом ділення числа обертів на тривалість виміру. По тарувальній таблиці визначається швидкість течії в точках $u_{0,2}$ і $u_{0,8}$. Потім визначається середня швидкість на вертикалі за формулою:

$$v_j = 0,5 (u_{0,2} + u_{0,8}). \quad (3.1)$$

У третій таблиці – обчислюють витрату води. Для цього за отриманим значенням середніх швидкостей на вертикалях обчислюють середні швидкості між сусідніми вертикалями:

$$V_{\text{ср.і}} = (v_1 + v_2)/2. \quad (3.2)$$

Для крайніх ділянок водного перерізу (між урізом води і швидкісними вертикалями) середню швидкість беруть рівною швидкості на першій (або останній) вертикалі, помноженій на коефіцієнт k , значення якого встановлюють за табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта k

Характеристика берега	Значення k
1. При відсутності мертвого простору:	
– пологий берег з нульовою глибиною на урізі води	0,70
– природний стрімчастий берег або нерівна стінка	0,80
– гладка бетонна стінка	0,90
2. При наявності мертвого простору	0,50

Далі обчислюють часткові витрати для площ між швидкісними вертикалями:

$$q_i = \omega_i V_{\text{ср.і}}. \quad (3.3)$$

Повна витрата дорівнює сумі часткових витрат (q_i):

$$Q = q_1 + q_2 + \dots + q_{n-1} + q_n. \quad (3.4)$$

За підсумками розрахунку витрат води в польовій книжці КГ-3М(н) заповнюють таблицю «Прийняті дані», куди вносять кінцевий результат обчислень. Приклад дається в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Прийняті дані з розрахунку витрат води гідрометричним млинком

Робочий рівень $H_{\text{роб}}$	Q , $\text{м}^3/\text{с}$	W , м^2	B , м	Глибина, м		Швидкість, $\text{м}/\text{с}$		Метод вимірювань	Метод обчислення	I , $\%$
				$h_{\text{ср}}$	h_{max}	$V_{\text{ср}}$	V_{max}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
								основний	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. Стовпчик №2 заповнюють витратою води, розрахованою за формулою 3.4, стовпці № 7-8 заповнюють так: $V_{сер} = Q_0/W$; V_{max} – визначають з виміряних точкових швидкостей. Уклон водної поверхні I визначають при польових роботах.

Звітний матеріал до пп. 3.2:

підпункт 3.2 розділу 3 звіту з навчальної практики з коротким описом проведених робіт, оброблені та заповнені книжки КГ-3М(н) (1 – за результатами вимірювань витрат млинком з гідрометричної штанги, 2 – за даними вимірювань витрат млинками на тросовій переправі).

3.3 Визначення витрат води, виміряних за допомогою поверхневих поплавців

В багатьох випадках для вимірювання витрат води застосовують поверхневі поплавці (ПП). Це дозволяє визначити величину витрати води з похибкою не більше $\pm 10\%$. На річці попередньо розбивають магістраль та чотири створи: пусковий, верхній, середній, нижній (рис. 3.1).

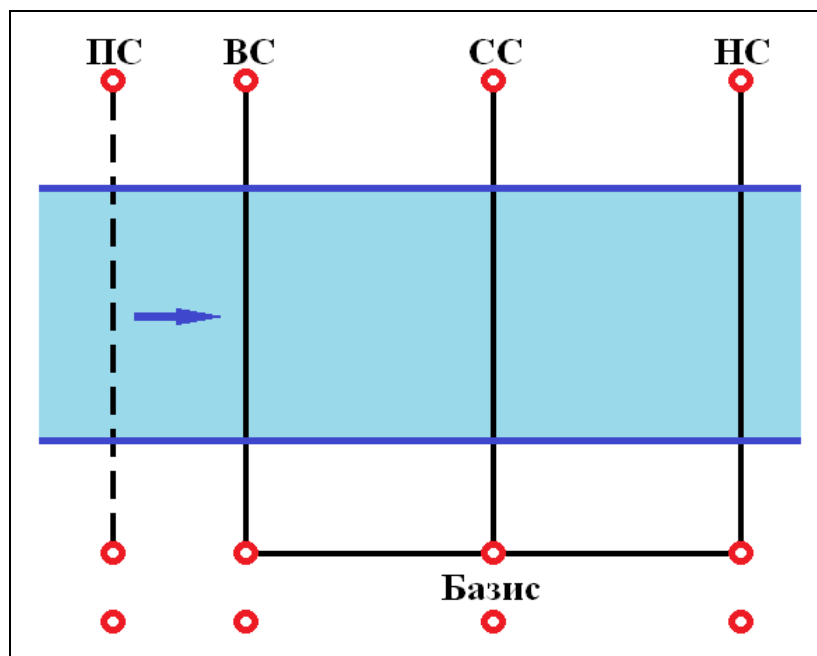


Рис. 3.1 – Схема розташування створів для вимірювання витрати води поверхневими поплавцями: ПС – пусковий ствір, ВС – верхній ствір, СС – середній ствір, НС – нижній ствір

Всього пускають 15-20 ПП, фіксують час їх ходу між створами та місце перетинання 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 книжку КГ-7М(н), заповнюють там таблицю «Прийняті дані».

ПП можуть бути застосовані при швидкості вітру не більшій за 6 м/с.

Вихідні дані:

- 1) відстань від ВС до НС;
- 2) тривалість ходу ПП між ВС і НС;
- 3) місце перетинання ПП СС;
- 4) дані промірів глибин у СС.

Хід визначення витрат води:

1) обчислюють поверхневу швидкість руху кожного поплавця за формулою $V = l/t$;

2) на міліметровці формату А4 або клітчаті у книжці 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 (див. приклад на рис. 3.2);

3) аналізуючи епюру, намічають на ній швидкісні вертикалі через рівні проміжки, сполучаючи їх з промірними вертикалями;

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

5) за даними промірів обчислюють площі водного перерізу між швидкісними вертикалями (w_i);

6) обчислюють фіктивну витрату води в створі ($Q_\phi = \sum Q_{\phi i}$);

7) обчислюють коефіцієнт переходу (K) від фіктивної витрати води (Q_ϕ) до дійсної (Q_o) і розраховують дійсну витрату води Q_o .

Спосіб розрахунку витрат води поверхневими поплавцями дозволяє обчислити фіктивну витрату води (Q_ϕ) – це умовна витрата води, яка обчислена для даного створу з припущенням, що швидкість течії в річці не змінюється від поверхні до дна (таку швидкість дають нам поверхневі поплавці). Але в реальності швидкісне поле з глибиною значно змінюється, іноді навколо берегів (якщо русло заростає або засмічене) виникають застійні ділянки, де течія відсутня або змінює напрямок – так званий «мертвий простір»).

Щоб отримати дійсну витрату води (Q_o) вводиться відповідний понижуючий коефіцієнт переходу (K), який враховує неоднорідність поля течії в створі.

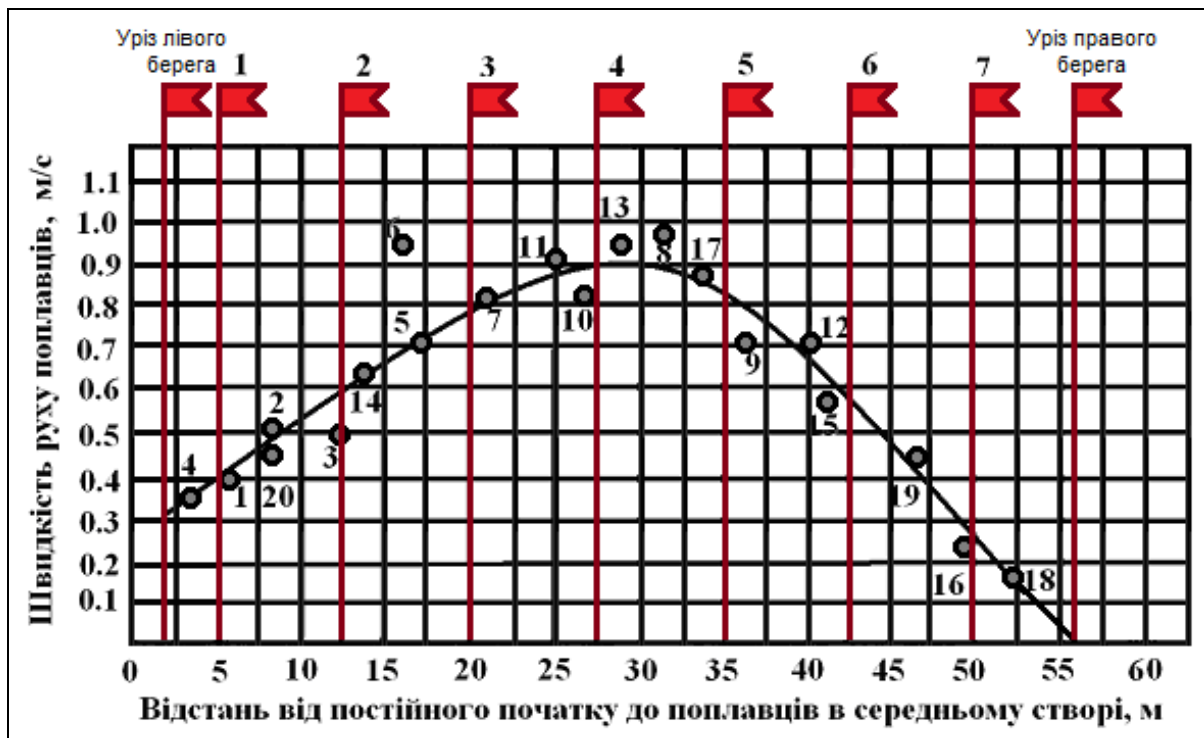


Рис. 3.2 – Епюра розподілу швидкості руху поплавців по ширині річки

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

$$Q_{\phi} = kv_1w_0 + \frac{v_1 + v_2}{2}w_1 + \dots + \frac{v_{n-1} + v_n}{2}w_{n-1} + kv_nw_n, \quad (3.5)$$

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.

Дійсна витрата води обчислюється за формулою:

$$Q_o = KQ_{\phi}. \quad (3.6)$$

Коефіцієнт K береться 0,86.

За підсумками розрахунку витрат води в польовій книжці КГ-7М(н) заповнюють таблицю «Прийняті дані», куди вносять кінцевий результат обчислень (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Прийняті дані з розрахунку витрат води поверхневими поплавцями в книжці КГ – 7 М(н)

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

Заповнення таблиці потребує деяких пояснень. Дані для стовбців №№ 1, 3, 4, 5, 6 отримують з накресленого профілю водного перерізу створу і розрахованим його морфометричним характеристикам. В стовпчик № 2 вноситься величина витрати води, яка розрахована за формулою (3.6). Стовпці № 7 та 8 заповнюють так: $V_{сер} = Q_d/W$; V_{max} – знімають максимальну швидкість з побудованої епюри. Уклон водної поверхні I визначають за даними вимірювань на уклонних постах.

Звітний матеріал до пп. 3.3:

підпункт 3.3 розділу 3 звіту з навчальної практики з коротким описом проведених робіт, оброблена книжка КГ-7М(н).

4 ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЗАВИСЛИХ НАНОСІВ

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. Завислі наноси переносяться потоком води завдяки турбулентному режиму руху води (наявність вертикальної складової швидкості). Якщо вертикальна складова швидкості більша за гідравлічну крупність частинок, то вони можуть підійматись високо. Розподіл завислих наносів по живому перерізу узгоджується з полем швидкостей, біля дна ця закономірність порушується. На ділянках з великими швидкостями течії (перекатах) утворюються ями через масове здійснення частинок з дна, на більш спокійних ділянках (плесах) частинки акумулюються (осідають).

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

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

4.1 Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання витрат завислих наносів та обробки отриманих результатів

Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів, необхідних для виконання вимірювань витрат завислих наносів та обробки отриманих результатів на навчальній практиці, представлений нижче.

Човен (укомплектований пайолами та сидіннями) – 1 од.

Комплект весел (2 весла) – 1 комплект.

Якір (з лінем довжиною 25 м) – 2 шт.

Сокира – 1 шт.

Рятувальний круг (з лінем довжиною 25 м) – 1 од.

Рятувальні жилети – 1 шт. на кожну людину.

Черпак (ківш) – 1 шт.

Аптечка (автомобільна або інша) – 1 шт.

Пара чобіт резинових – 1 пара на кожну людину.

Лот механічний (гідрометрична лебідка) ПИ-23 («Нева») – 1 од.

Вантаж рибоподібної форми (вагою 5 кг або 10 кг) – 1 од.

Апаратура супутникової навігації GPS72 Garmin (або інший) – 1 од.

Ехолот електронний Fishfinder 250 Garmin (або інший) – 1 од.

Батометр-пляшка ГР-16М – 1 комплект.

Батометр-вакуумний ГР-61М – 1 комплект.
Штатив для батометра-вакуумного ГР-61М – 1 од.
Ємність (металева або пластикова) для води (об'ємом 5 дм³) – 10 шт.
Мірний посуд (стакани, циліндри тощо) – 1 комплект.
Прилад для примусової фільтрації рідини ГР-60 – 1 комплект.
Ваги лабораторні електронні (або інші) з точністю до 0,0001 г – 1 од.
Ексикатор скляний (або інший) ємністю 2-5 дм³ – 1 од.
Шафа сушильна 2В-151 (або інша) – 1 од.
Термометр скляний ртутний ТТ до шафи сушильної 2В-151 – 1 од.
Електрична піч лабораторна СНОЛ-1,6.2,5.1/9-ИЗ (або інша) – 1 од.
Насос ручний (ножний) – 1 од.
Бюкс алюмінієвий – 10 шт.
Ємність (відро або інше) для проб донних відкладів – 1 од.
Чашки фарфорові – 10 шт.
Щіпці тигельні – 1 од.
Щіпці муфельні – 1 од.
Пінцет – 1 од.
Фільтр паперовий марки «синя стрічка» – 10 шт.
Книжка гідрологічна КГ-6М(н) – 1 шт.
Інженерний калькулятор – 1 од.
Планшет-тримач для паперу та бланкового матеріалу – 1 шт.
Лінійка – 1 шт. на кожну людину.
Олівець простий – 1 шт. на кожну людину.
Гумка – 1 шт. на кожну людину.
Ручка з чорною пастою – 1 шт. на кожну людину.
Папір білий (формат А-4) – 5 арк.
Папка картонна (або пластикова) для переплітання звіту – 1 шт.
Годинник – 1 од.
Календар – 1 шт.

Звітний матеріал до пп. 4.1:

підпункт 4.1 розділу 4 звіту з навчальної практики з загальним описом завислих наносів і твердого стоку та переліком приладів для вимірювання витрат завислих наносів.

4.2 Вимірювання витрати завислих наносів основним способом з використанням батометра та механічного лота з троса

Для відбору проб завислих наносів використовують вакуумний батометр ГР-61, батометр-пляшку ГР-15М, ГР-16М, батометр Молчанова ГР-18.

Вакуумний батометр (ГР-61, рис. 4.1) – складається з вакуумного циліндру ємністю 3 дм³. Мається 4 крани (перший кран для під'єднання забірного шлангу, другий – для насоса для видалення повітря з циліндру, третій – для сполучення з атмосферою, четвертий – для зливання проби). На циліндрі є шкала об'єму забору води. На циліндрі є шкала об'єму забору води.

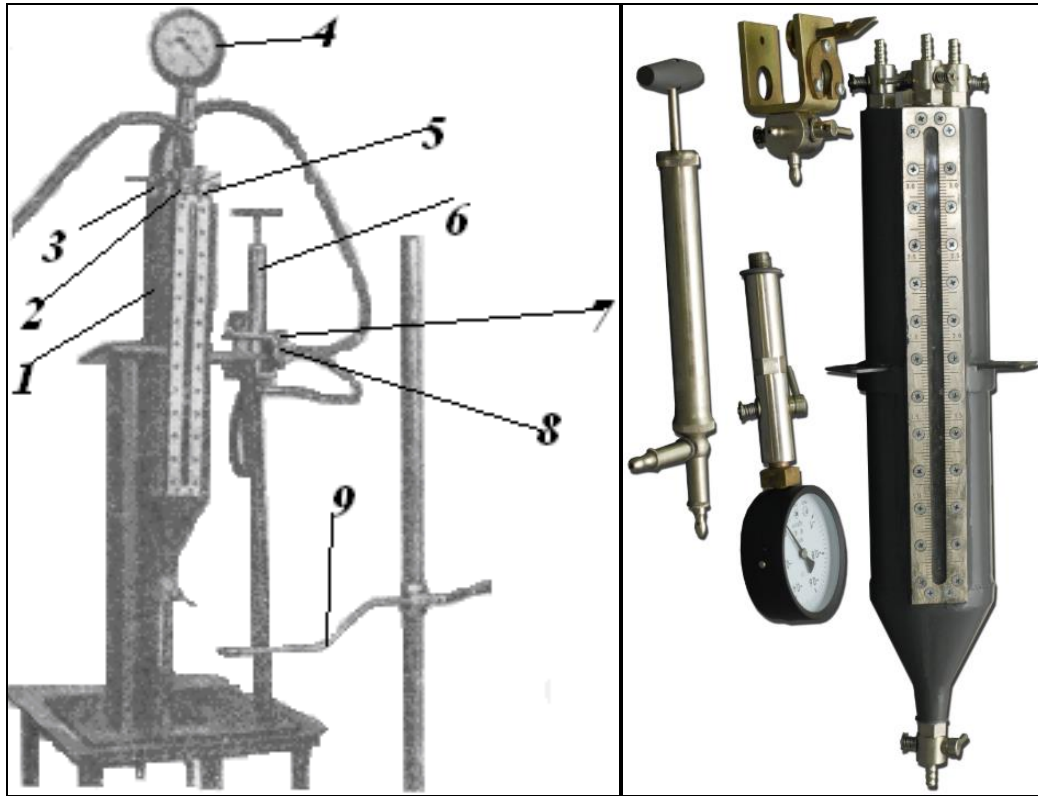


Рис. 4.1 – Батометр вакуумний ГР-61:

- 1 – вакуумна камера; 2, 3, 5 – крани для під'єднання шлангів;
- 4 – вакуумметр; 6 – насос; 7 – кран-трійник; 8 – струбцина;
- 9 – водозабірний наконечник

Прилад не використовується на висоті більшій за 2000 м БС та при швидкості потоку більшій ніж 3,5 м/с. Переваги – працює на глибоких річках, добре координується з млинком.

Батометр-пляшка (на штанзі чи тросі ГР-16М, у вантажі ГР-15М, рис. 4.2 та 4.3) – скляна 1 дм³ пляшка, яка закривається кришкою з двома трубками. Одна трубка спрямовується проти течії і потрібна для набору води, в залежності від швидкості течії вона має насадки різного діаметру. Друга трубка видаляє повітря з приладу і спрямовується за течією. Батометр опускається на штанзі або тросі (в залежності від глибин), відбір проби інтеграційний або точковий. Прилад досить простий, дуже велика точність відбору проби з певного горизонту на вертикалі. Недолік – при великій швидкості течії прилад нестійкий, скляна пляшка схильна до розбивання.

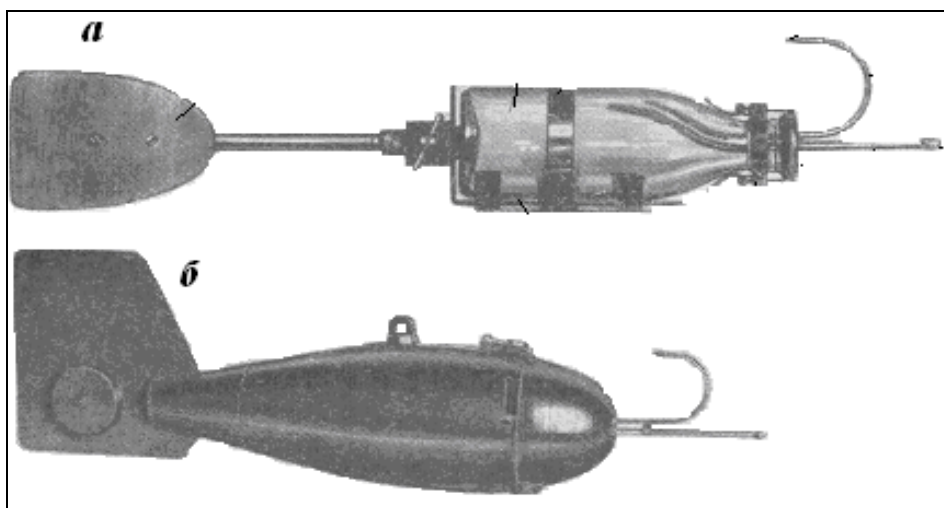


Рис. 4.2 – Батометр-пляшка:
а) зі стабілізатором течії ГР-16М, б) у вантажі ГР-15М

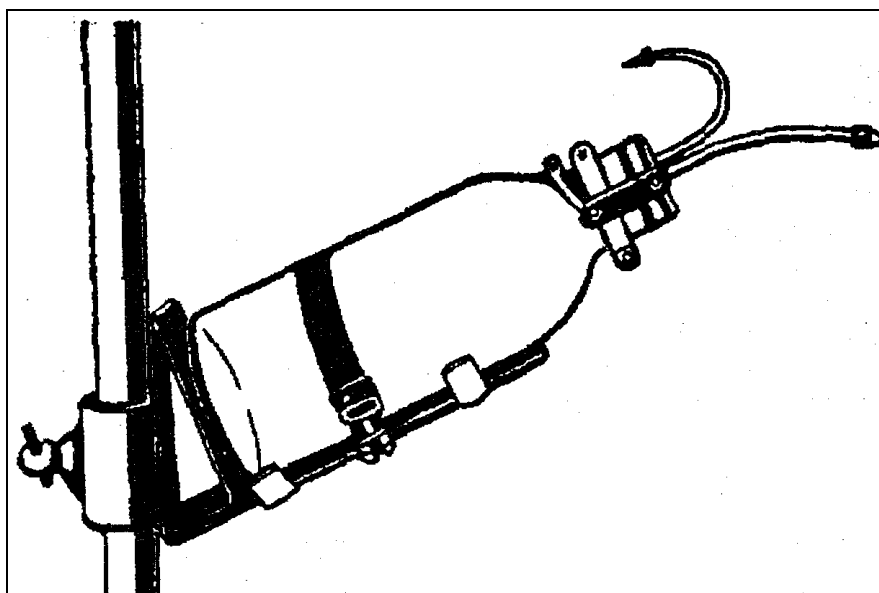


Рис. 4.3 – Батометр-пляшка на штанзі ГР-16М

Батометр Молчанова (ГР-18, рис. 4.4) – два циліндри з оргскла ємністю по 2 дм³, 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 вантажу, який подається по тросу лебідки з поверхні, прилад під дією сили удару захлопує циліндри, прилад піднімають, пробу зливають, одночасно фіксують температуру води по термометрах в циліндрах.



Рис. 4.4 – Батометр Молчанова ГР-18

Витрати завислих наносів вимірюють точковим способом одночасно з вимірюванням витрат води (ті ж створи і швидкісні вертикалі) шляхом: відбору проб води (різними способами); визначення вмісту у воді наносів; обчислення значень мутності. Основний спосіб передбачає відбір проб на мутність в точках, які відповідають горизонтам глибини в 0,2 та 0,8 частин від робочої глибини на вертикалі. Незалежно від способів відбору проб, їх об'єм визначають в залежності від мутності потоку, щоб забезпечити належну точність (маса наносів на фільтрі повинна бути не меншою за 0,1 г).

Кожна проба обробляється окремо та далі використовується в розрахунках. Результати фіксуються в книжку КГ-6М(н). Розрахунок витрат завислих наносів ведуть аналітично.

Вміст завислих речовин (мг/дм^3) визначається ваговим методом шляхом фільтрації певного об'єму проби крізь паперовий чи мембранний фільтр (мембранні фільтри дають більш точний результат).

Паперові беззольні фільтри («синя стрічка») спочатку нумерують звичайним олівцем. Потім фільтри висушують у бюксах зі знятими кришками 2 години при 105°C до сталої маси, при вийманні одразу охолоджують в ексікаторі впродовж 45 хв.

Потім на вагах зважують порожній фільтр з точністю до 0,0001 г. Масу і номери фільтрів фіксують в лабораторному журналі. Бюкси з фільтрами доправляють в поле. Там в необхідний момент відбирають 1 дм^3 пробу, яку ретельно збовтують і на приладі Куприна ГР-60 (рис. 4.5) виконують примусову фільтрацію.



Рис. 4.5 – Прилад для примусової фільтрації (прилад Куприна) ГР-60

Якщо фільтрат мутний, то його фільтрують повторно на той самий фільтр. При поганій фільтрації (багато тонкодисперсних частинок) допускається подвійний фільтр. По завершенні фільтрації стінки приладу в закритому стані обмивають дистильованою водою на той самий фільтр, потім фільтр в буюсі з відкритою кришкою трохи підсушують на сонці, закривають кришкою і доправляють до лабораторії.

В лабораторії буюси з відкритими кришками висушують 3 год. при 105 °С до сталої маси, після виймання охолоджують в ексикаторі 45 хв. Потім фільтри з наносами зважують на вагах з точністю до 0,0001 г. За різницею мас фільтру до та після фільтрування одержується кількість завислих речовин в досліджуваній воді.

Обчислення витрат завислих наносів аналітичним способом виконують в такій послідовності.

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

$$\rho = \frac{P \cdot 10^6}{A}, \quad (4.1)$$

де P – вага наносів в пробі, мг;

A – об'єм проби води, см³.

2. В кожній точці розраховують **одиничну витрату завислих наносів (α , г/м²·с)**:

$$\alpha = V \cdot \rho, \quad (4.2)$$

де V – середня швидкість течії в точці, м/с.

3. Для кожної вертикалі розраховують $\alpha_{\text{ср}}$, г/(м²·с) за формулою швидкостей:

$$\alpha_{\text{ср}} = (\rho_{\text{ср}} V_{\text{ср}}) = 0,1(\rho_{\text{нов}} V_{\text{нов}} + 3\rho_{0,2} V_{0,2} + 3\rho_{0,6} V_{0,6} + 2\rho_{0,8} V_{0,8} + \rho_{\text{дно}} V_{\text{дно}}). \quad (4.3)$$

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

$$R = 0.001(k\alpha_1 w_0 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} w_1 + \dots + \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_n}{2} w_{n-1} + k\alpha_n w_n), \quad (4.4)$$

де $\alpha_1 \dots \alpha_n$ – середні витрати завислих наносів на швидкісних вертикалях;

k – прибережний коефіцієнт (див. табл. 3.1 в розділі 3);

$w_0 \dots w_n$ – площі 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.

За даними вимірів і розрахунків заповнюють книжку КГ-6М(н) і таблицю «Прийняті дані» (табл. 4.1). Всі стовпчики заповнюють отриманими даними, додатково розраховують $V_{\text{ср}} = Q/W$, $\rho_{\text{ср}} = 1000R/Q$. V_{max} вибирають з виміряних точкових швидкостей.

Таблиця 4.1 – 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 4.1

I , %	Спосіб вимірювання витрати води	Спосіб обчислення витрати води	Спосіб вимірювання R	Метод обчислення R	Метод обчислення G
11	12	13	14	15	16
–	ГР21М-5/10	а	ГР16М-5/10	а	$G = 0,1 \cdot R$

Звітний матеріал до пп. 4.2:

підпункт 4.2 розділу 4 звіту з навчальної практики з коротким описом проведених робіт, оброблена книжка КГ-6М(н).

5 ГІДРОХІМІЧНІ РОБОТИ

Хімічний склад поверхневих вод мінливий, тому відбір проб води має бути виконаний таким чином, щоб одержана в подальшому гідрохімічна інформація була **репрезентативна** (показова) і між етапами «відбір-аналіз» була забезпечена **незмінність хімічного складу проби**.

З врахуванням цих умов відповідно організовуються роботи по відборі проб, їх консервації, транспортуванню до лабораторії, застосуванню методик визначення окремих хімічних компонентів. Лише суворе виконання наведених вище вимог забезпечує достовірність одержуваної інформації та подальших узагальнень про стан водного об'єкта.

Перелік, розташування точок моніторингу, періодичність відбору проб, перелік контрольованих хімічних компонентів встановлюється в залежності від поставлених завдань досліджень, фізико-географічних особливостей водного об'єкта та його господарського використання.

На кожній точці разом з відбором проби фіксуються координати GPS в системі WGS-84.

У кожній точці має бути забезпечений доступ до водного об'єкта протягом року, місце розташування вже обраних точок змінювати забороняється.

5.1 Методика відбору і консервації проб води на хімічний аналіз

На малих річках проби відбираються **в точках** з максимальною течією (фарватер) з глибини 0,3 м від поверхні; на середніх і великих річках проби відбирають **в створах** на різних вертикалях і глибинах.

На водосховищах і ставках проби відбирають **на станціях** за акваторією з різних глибин; у ставках схема відбору: в 5-10 м від урізу берега з глибини 0,5 м; у водосховищах додаткова умова – в найглибшій пригреблевій частині відбираються дві проби – «поверхнева» (з глибини 0,5 м від поверхні) і «придонна» (на відстані 0,5 м від дна).

«Поверхневу» пробу відбирають вбрід, з човна, зі штанги **пляшкою** (пластиковою, скляною) або **відром** (пластикове, металеве), «глибинну» пробу – **батометром пляшкою** (ГР-16М) або **батометром Молчанова** (ГР-18).

Відібрані проби переливають в пластиковий і скляний посуд різного об'єму.

Проби для визначення нафтопродуктів, фенолів, СПАР, важких металів, пестицидів відбирають в окремі пляшки.

Посуд для відібраних проб заздалегідь необхідно підготувати. Скляний посуд миють теплою водою з милом, витримують в хромовій суміші (до 35 дм³ насиченого водного розчину біхромату калію обережно приливають, помішуючи, 1 дм³ концентрованої сірчаної кислоти), ретельно промивають водою, обробляють водяною парою, ополіскують водопровідною водою, нарешті, посуд ретельно миють дистильованою водою, просушують. Пластиковий посуд ополіскують ацетоном, розведеною соляною кислотою, ретельно промивають водою, ополіскують дистильованою водою, сушать. На місці посуд двічі ополіскують водою з досліджуваною водою і лише після цього заповнюють пробую.

Послідовність робіт при відборі проб на хімічний аналіз:

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

Головні фізико-хімічні властивості води: температура; прозорість; кольоровість; смак, присмак, запах води; показник *pH*; вміст CO_2 та CO_3^{2-} розчинений кисень схильні до різких змін, тому їх необхідно визначати негайно при відборі проби води. Всі результати визначення фізико-хімічних властивостей води (так званий «аналіз першого дня») фіксують в польовий щоденник, додатково вказують обставини, дату, час відбору проби (на етикетці (рис. 5.1) і в щоденнику). Етикетка має бути міцно закріплена на посуді з пробую, а супутні записи дублюватися – на етикетці і в польовому щоденнику. Ці відомості надзвичайно важливі – вони мають забезпечити чітку ідентифікацію проби в лабораторії, її подальше дослідження, дати допоможуть вірно інтерпретувати результати аналізу.

Водний об'єкт _____	Пункт _____
Дата і час відбору проби _____	
Місце відбору проби _____	
Глибина відбору проби _____	
Консервація проби _____	
Пробу взяв _____ (прізвище, ім'я, по батькові)	

Рис. 5.1 – Форма етикетки для посуду з відібраною пробую води

Більшість компонентів і властивостей води необхідно визначати якомога швидко, в тільки що відібраній пробі, щоб уникнути порушення рівноваги іонів, втрати розчинених газів, розкладання органічних речовин. Якщо аналіз на місці неможливий, проби необхідно попередньо обробити (фільтрування) і законсервувати. Загальний обсяг проби (головні іони, біогенні речовини) складає близько 2,5 дм³.

Фільтрацію виконують на **приладі Куприна ГР-60** (або його аналогах). Прилад складається з циліндричного балона об'ємом 1 дм³, лійки з сіткою, манометра, насоса і гумового шлангу. Перед фільтруванням відкривають балон, на сітку лійки кладуть один або декілька паперових фільтрів, балон закривають. У балон наливають пробу води і закривають, насосом подають повітря, під тиском якого проба прискорено фільтрується. При фільтрації стежать, щоб тиск в балоні не перевищував 3 атм. Відфільтрована вода з лійки має стікати в чисту банку. Інколи може знадобитися повторне фільтрування проби, якщо за перший раз вона недостатньо звільнилась від завислих частинок. Після закінчення фільтрування стінки приладу промивають дистильованою водою.

Універсального способу консервації проб не існує, тому пробу поділяють на декілька частин і консервують різними способами. Варто зазначити, що консервація лише гальмує процеси трансформації хімічного складу проби, тому аналізувати пробу необхідно невідкладно. Для кращого збереження пробу води ізолюють від світла (темний пакет), зберігають в холодильнику при мінус 4 °С (інколи – при мінус 20 °С).

5.2 Вимірювання температури води

Температура води впливає на фізичні, біохімічні процеси у водоймах, від неї залежать кисневий режим, інтенсивність самоочищення вод, її широко використовують при гідроекологічних дослідженнях. Вона визначається сонячною радіацією, випаровуванням, теплообміном з атмосферою, переміщенням тепла течіями, вертикальним турбулентним перемішуванням.

Температура обов'язково контролюється під час польових гідрохімічних робіт, оскільки вона впливає на результат визначення концентрацій іонів. Вона вимірюється безпосередньо на водоймі каліброваним термометром з ціною поділки шкали кожні 0,1 °С. Для вимірювань температури в поверхневому шарі водойм застосовують термометр в металевій оправі, витримуючи його 5 хв на глибині 0,3 м. При вимірюванні температури глибинних шарів води використовують ртутний термометр, встановлений у пробовідбірник (батометр), який занурюють на необхідну глибину, відкривають, заповнюють водою. Пробовідбірник витримують на обраній глибині 5 хв (для встановлення теплової рівноваги), після чого піднімають і, не виймаючи термометр, фіксують значення температури. На особливо великих глибинах використовують глибоководний перекидний термометр. Також застосовуються різного типу електротермометри, як самостійно, так і в складі портативних гідрохімічних приладів.

5.3 Визначення характеру та інтенсивності запаху

Хімічно чиста вода позбавлена смаку і запаху, але в природі вода завжди містить розчинені речовини, а отже має присмак і запах. На запах впливає хімічний склад води, температура, *pH*, забрудненість водойми, біологічні процеси. За походженням запахи є **природні і штучні**.

Природні запахи пов'язані з життєдіяльністю водних організмів, а штучні запахи пов'язані зі стоками, що потрапляють у водойму.

Природні запахи (землистий, рибний, гнильний, сірководневий, ароматичний, болотний, глинистий, тваринний) утворюються рослинами (що гниють), грибами (масово розмножуються в стоячій воді), бактеріями (виділення мають неприємний запах). Натомість штучні запахи (хімічний) зумовлені виключно особливостями стічних вод.

Прилади і посуд: 1) водяна баня – 1 шт.; 2) термометр водяний – 1 шт.; 3) колби конічні на 250 см³ з пробками – 2 шт.

Запах води визначається за критеріями характеру та інтенсивності. Визначення після відбору проби, не зволікаючи. Пробу не фільтрують, не консервують. Інтенсивність запаху води визначають експертним шляхом при 20 °С і 60 °С, оцінюють у балах, а характер – за суб'єктивними відчуттями. Для визначення готують дві колби, які на 30 % заповнюють досліджуваною водою, колби закривають, на водяній бані їх доводять до 20 °С і 60 °С, потім кожну трохи збовтують, відкривають, повільно вдихають і визначають характер й інтенсивність запаху (табл. 5.1 та 5.2).

Таблиця 5.1 – Шкала інтенсивності запаху води

Оцінка інтенсивності запаху, бали	Інтенсивність запаху	Характер запаху
0	Жодного запаху	Запах не відчувається
1	Дуже слабкий	Запах, який не помічає користувач, але помічає спеціаліст
2	Слабкий	Запах, який помічає користувач при звертанні уваги на це
3	Помітний	Запах, який легко виявляється, може бути причиною непридатності води до пиття
4	Відчутний	Запах, який привертає на себе увагу, може змусити утриматись від пиття води
5	Дуже сильний	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною для пиття

Таблиця 5.2 – Шкала характеру запаху

Позначення	Ознаки запаху	Приклад чи джерело запаху
A	Ароматичний, прянощевий	Камфора, гвоздика, лаванда, лимон
Ae	Огірковий	Synura
B	Бальзамічний або квітковий	Герань, ірис, ваніль
Bg	Геранієвий	Asterionella
Bn	Настурцієвий	Aphanizomaenon
Bs	Солодкуватий	Coelosphaerium
Bv	Фіалковий	Mallomonas
C	Хімічний	Промислові стоки або хімічна обробка вод
Co	Хлорний	Вільний хлор
Ch	Вуглеводневий	Нафтопродукти
Cm	Медичний	Феноли і йодоформ
D	Неприємний і дуже неприємний	Сірководень
Df	Рибний	Uroglenopsis, Dinobryum
Dp	Кізяковий	Anabaena
Da	Гнильний	Застійні стічні води
E	Землистий	Сира, орана земля
G	Торф'яний, трав'янистий	Торф, сіно, скошена трава
M	Затхлий	Пріла солома
Mm	Пліснявий	Погріб
V	Овочевий	Коріння овочів
	Болотний	Мул, тина
	Дерев'янистий	Мокра деревина, дерев'яниста кора
	Невизначений	Не відчувається напевно

5.4 Визначення смаку і присмаку води

Природні води завжди мають смак і присмак, які залежать від їхнього хімічного складу, біологічних і антропогенних чинників.

Розрізняють чотири основні смаки води: солоний, гіркий, солодкий, кислий. Всі інші види смакових відчуттів називають присмаками (солонуватий, гіркуватий, металевий, хлорний, болотистий, затхлий, гнилий).

Оцінку можна виконувати тільки в чистій воді, при найменших підозрах її слід протягом 5 хв кип'ятити і потім охолодити до 20 °С. При визначенні смаку і присмаку аналізовану воду набирають у рот, витримують 5 с, спльовують, характер, інтенсивність смаку і присмаку визначають за п'ятибальною шкалою (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Визначення характеру, інтенсивності смаку і присмаку

Оцінка інтенсивності смаку і присмаку в балах	Інтенсивність смаку і присмаку	Характер проявлення смаку і присмаку
0	Нема	Смак і присмак не відчуються
1	Дуже слабка	Смак і присмак одразу не відчуються споживачем, але виявляються при докладному тестуванні
2	Слабка	Смак і присмак помічаються, якщо звернути на це увагу
3	Помітна	Смак і присмак легко помічаються і викликають негативний відгук про якість води
4	Відчутна	Смак і присмак звертають на себе увагу і примушують утриматися від вживання води
5	Дуже сильна	Смак і присмак такі сильні, що роблять воду непридатною для вживання

5.5 Визначення «пінистості» води

Пінистість – здатність води зберігати штучно створену піну на поверхні досліджуваної проби; це органолептичний показник, який можна використовувати для якісної оцінки присутності у воді деяких детергентів (СПАР) природного і штучного походження.

Пробу води набирають на 1/3 в пляшку на 500 см³ з притертою пробкою; пляшку закривають і ретельно збовтують 30 с. Результат визначення вважають позитивним, якщо піна, що утворюється на поверхні проби, зберігається на поверхні більше 1 хв (*pH* проби має бути 6,5-8,5).

5.6 Визначення прозорості води

Прилади і посуд:

- 1) диск Секкі на мотузці, розмічений по 10 см – 1 шт.;
- 2) скляний циліндр висотою 50 см – 1 шт.;
- 3) піпетка на 10 см³ – 1 шт.;
- 4) аркуш паперу з нанесеним текстом шрифтом №14 (3,5 мм) – 1 шт.

Прозорість природних вод – гідрооптична характеристика, яка залежить від кольору і мутності води, тобто від вмісту різних забарвлених органічних і мінеральних речовин.

Ця величина визначає потужність фотичного шару, широко використовується в методиках оцінки якості води і біопродуктивності водойм. Зниження прозорості в мутній воді призводить до більшого поглинання сонячної енергії з розігріванням поверхневого горизонту. За цих обставин знижується рівень розчинення атмосферного кисню, питома густина води, стабілізується стратифікація, знижується інтенсивність фотосинтезу і біопродуктивність водойми.

Якісно води за прозорістю бувають: прозорі, слабкоопалесцентні, опалесцентні, злегка мутні, мутні, сильно мутні.

Критерієм прозорості виступає глибина, при якій помітна біла пластина диска Секкі або висота стовпа води, через який помітно стандартний типографський шрифт розміром №14 на фоні білого паперу. Результат наводять в м або см із вказівкою способу вимірювання. Слід врахувати, що обидва методи мають різну сферу застосування і не дають співпадаючих результатів.

Для визначення прозорості за стандартним шрифтом з використанням циліндра Снелена (спеціальний мірний циліндр) досліджувану воду наливають в мірний циліндр діаметром 2,5 см і більше, висотою не менше 40 см і ретельно збовтують.

Циліндр розташовують на висоті 4 см над добре освітленим чітким чорним шрифтом Times New Roman №14 на білому фоні. Визначають висоту стовпа рідини (в см), крізь який вдається прочитати текст на дні циліндра. Для цього наливають повний циліндр води и поступово видаляють воду, доки не стане видимим шрифт на дні циліндру.

Цей спосіб дозволяє оцінити «абсолютну прозорість» з високою точністю (до 0,5 см) у водопроводі, водних об'єктах, на різних горизонтах однієї вертикалі, дозволяє визначити прозорість у водних об'єктах з надто малими глибинами, щоб використати диск Секкі. Така прозорість нормується у стандартах ГДК.

5.7 Визначення кольору і кольоровості води

Кольоровість води – гідрооптичний показник її якості, що характеризує інтенсивність забарвлення води і широко використовується при гідрофізичній оцінці водойм, властивостей водних мас. Це досить важливий фізико-хімічний показник якості води, який опосередковано вказує на кількість присутніх у воді органічних речовин. Ця характеристика стійка і досить показова, не піддається різким коливанням, тому виступає добрим показником перемішування різних водних мас. Колір води – опосередкована ознака продуктивності водойми. Розрізняють «істинний» колір (зумовлений лише розчиненими речовинами) і «уявний» колір (зумовлений наявністю у воді колоїдних і завислих частинок). Низьку продуктивність мають яскраво-сині, блакитно-сині, темно-коричневі води. Води зеленого і зелено-жовтого кольору мають високу рибопродуктивність. Кольоровість природних вод зумовлена присутністю в них гумінових сполук і комплексних сполук заліза, на неї впливають склад дна водойми, водяна рослинність, геологія басейну. Високе забарвлення води можуть створювати техногенні стоки. Насиченість води органікою надає їй характерного бурого кольору. При збільшенні твердості гідрокарбонатних вод кольоровість знижується.

Мінімальний вміст органічних речовин в природних водах спостерігається в зимовий період. Води насичуються органікою навесні в період повені і паводків, а також влітку – в період масового розвитку водоростей («цвітіння» води).

Органіку складають продукти біологічних процесів, гумусні речовини ґрунту у завислому і колоїдному стані. Підземні води, як правило, мають меншу кольоровість, ніж поверхневі.

Висока кольоровість є тривожною ознакою, яка свідчить про неблагополуччя екосистеми, вода при цьому набуває неприємного смаку і запаху, ускладняється її очистка, погіршується кисневий режим, це впливає на міграцію важких металів в екосистемі.

Забарвлення води визначається якісно шляхом наповнення пробірки водою на 12 см і роздивляння її зверху на білому фоні (якщо вода занадто мутна, її фільтрують).

За результатами спостережень фіксують забарвлення: безбарвне, слабо жовтувате, жовте, інтенсивно жовте, коричневе, червоно-коричневе). Така ознака нормується – у воді рекреаційного і господарсько-питного призначення забарвлення не повинно фіксуватися візуально в стовпчику води 10 і 20 см відповідно.

Традиційно на мережі моніторингу (особливо на водоймах) визначається **колір** води за стандартною шкалою, яка складається з 21 пробірки з еталонними різноколірними розчинами (ГОСТ 4266-79).

На кожний еталон (пробірку) шкали нанесено відповідний номер (градус) кольору (від I до XXI).

Номера 1-2 відповідають синьому кольору, 3-4 – блакитному; 5-6 – зеленувато-блакитному; 7-8 – блакитнувато-зеленому; 9-10 – зеленому; 11-12 – жовтувато-зеленому; 13-14 – зеленувато-жовтому; 15-16 – жовтому; 17-18 – коричневатого-жовтому; 19-20 – жовтувато-коричневому; 21 – коричневому.

Для визначення кольору води використовують диск Секкі, який занурюють у воду на глибину, що дорівнює половині прозорості. Порівнюючи у затінку кольори еталонних пробірок на білому фоні у шкалі з забарвленням дослідної води на фоні зануреного диску Секкі визначають колір води, якщо колір води підходить двом сусіднім пробіркам, то фіксують номери їх обох.

В лабораторії визначають колір по шкалі на білому фоні, проглядаючи зверху на заповнений водою циліндр на 1 см. Якщо номер кольору (за шкалою) менше 1, то проба вважається «без кольору».

5.8 Визначення pH води

Визначення pH виконується безпосередньо у водного об'єкта відразу після відбору проби. Зараз pH вимірюють електрометричним методом.

5.9 Визначення розчиненого у воді кисню

Кисень належить до розчинених газів, режим кисню у воді визначає хіміко-біологічний стан водойм, впливаючи на величину окисно-відновного потенціалу, напрям і швидкість процесів хімічного і біохімічного окислення органічних і неорганічних сполук.

Кисень надходить у воду з атмосфери та під час фотосинтезу. Фотосинтетичне насичення киснем відбувається при асиміляції діоксиду вуглецю водною рослинністю. Горизонт активного насичення O_2 залежить від прозорості води, яка для кожної водойми і сезону може бути різною (від декількох сантиметрів до декількох десятків метрів).

Кисневий режим глибоко впливає на життєві форми водойм. Мінімальний вміст розчиненого кисню, що забезпечує нормальний розвиток риби, складає близько 5 мг/дм³. Пониження його до 2 мг/дм³ викликає масову загибель (замор) риби. У поверхневих водах вміст розчиненого кисню відповідно до сезонних і добових коливань складає від 0 до 14 мг/дм³.

У зимовий і літній періоди розподіл кисню носить характер стратифікації. Дефіцит кисню найчастіше спостерігається при високих концентраціях органічних речовин і в евтрофованих водоймах, що містять велику кількість біогенних і гумусних сполук.

Вміст кисню визначається у мг/дм³ або % насичення від нормального при певних температурах води і атмосферному тиску, солоності. Цей показник досить репрезентативний для визначення рівня забруднення поверхневих вод.

Кількість кисню, розчиненого у воді, залежить від температури води та парціального тиску. При парціальному тиску кисню в атмосферному повітрі, рівному 0,21 атм, в умовах контакту води з повітрям, при атмосферному тиску 760 мм рт. ст., граничний (рівноважний) зміст кисню залежить від температури води (t , °C) і визначається за рівнянням (5.1):

$$C(O_2)_{гр} = 14,22 \cdot e^{-0,0219 \cdot t} . \quad (5.1)$$

Поряд з визначенням розчиненого кисню у мг/дм³ його виражають ще й у % насичення, для чого використовують формулу:

$$O_2 = \frac{C_x \cdot 100 \cdot 760}{C_0 \cdot P} , \quad (5.2)$$

де C_x – концентрація кисню, визначена експериментально, мгО₂/дм³;

C_0 – нормальна концентрація кисню за певної температури, яку визначають за даними табл. 5.4, мгО₂/дм³;

P – атмосферний тиск на момент проведення аналізу, мм рт. ст.

Для визначення кисню в польових умовах найкращим є **електрохімічний метод**. Використовуються портативні киснеміри (наприклад, АЖА-101М). Прилад компактний, вагою 4 кг, має стаціонарне і автономне живлення, складається з перетворювача (з цифровим табло) і селективного датчика (кисневий мембранний електрод, вбудований електротермометр). Під час вимірювання прилад вмикається, датчик занурюється у воду (у водойму, склянку з пробєю) і витримується 5 хв до встановлення стійких показників на табло, при цьому трохи посмикують датчик для запобігання градієнту кисню в електроді, що заважає роботі приладу. Прилад вимірює абсолютний (мг/дм³) вміст кисню у воді і температуру проби. Періодично (раз на два тижні) прилад калібрують (перевіряють правильність його роботи). Також в польових умовах концентрацію розчиненого у воді кисню вимірюють за допомогою переносних електронних приладів (мікролабораторій якості води), наприклад ЕКОТЕСТ-2000Т, підготовка та калібрування яких виконується у лабораторних умовах фахівцями з хімії та електроніки.

Таблиця 5.4 – Залежність нормальної концентрації кисню (C_o) у воді від температури (за $P = 760$ мм рт. ст.)

T, °C	Вміст розчиненого кисню, мгO ₂ /дм ³									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,65	14,61	14,57	14,53	14,49	14,45	14,41	14,37	14,33	14,29
1	14,25	14,21	14,17	14,13	14,09	14,05	14,02	13,98	13,94	13,90
2	13,86	13,82	13,79	13,75	13,71	13,68	13,64	13,60	13,56	13,53
3	13,49	13,46	13,42	13,38	13,35	13,31	13,28	13,24	13,20	13,17
4	13,13	13,10	13,06	13,03	13,00	12,96	12,93	12,89	12,86	12,82
5	12,79	12,76	12,72	12,69	12,66	12,52	12,59	12,56	12,53	12,49
6	12,46	12,43	12,40	12,36	12,33	12,30	12,27	12,24	12,21	12,18
7	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8	11,84	11,81	11,78	11,75	11,72	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58
9	11,55	11,52	11,49	11,47	11,44	11,41	11,38	11,35	11,33	11,30
10	11,27	11,24	11,22	11,19	11,16	11,14	11,11	11,08	11,06	11,03
11	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,87	10,85	10,82	10,80	10,77
12	10,75	10,72	10,70	10,67	10,65	10,62	10,60	10,57	10,55	10,52
13	10,50	10,48	10,45	10,43	10,40	10,38	10,36	10,33	10,31	10,28
14	10,26	10,24	10,22	10,19	10,17	10,15	10,12	10,10	10,08	10,06
15	10,03	10,01	10,09	9,97	9,95	9,92	9,90	9,88	9,86	9,84
16	9,82	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67	9,65	9,63
17	9,61	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46	9,44	9,42
18	9,40	9,38	9,36	9,34	9,32	9,30	9,29	9,27	9,25	9,23
19	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,12	9,10	9,08	9,06	9,04
20	9,02	9,00	8,98	8,97	8,95	8,93	8,91	8,90	8,88	8,86
21	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,75	8,74	8,72	8,70	8,68
22	8,67	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58	8,56	8,55	8,53	8,52
23	8,50	8,48	8,46	8,45	8,43	8,42	8,40	8,38	8,37	8,35
24	8,33	8,32	8,30	8,29	8,27	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19
25	8,18	8,16	8,14	8,13	8,11	8,11	8,08	8,07	8,05	8,04
26	8,02	8,01	7,99	7,98	7,96	7,95	7,93	7,92	7,90	7,89
27	7,87	7,86	7,84	7,83	7,81	7,80	7,78	7,77	7,75	7,74
28	7,72	7,71	7,69	7,68	7,66	7,65	7,64	7,62	7,61	7,59
29	7,58	7,56	7,55	7,54	7,52	7,51	7,49	7,48	7,47	7,45
30	7,44	7,42	7,41	7,40	7,38	7,37	7,35	7,34	7,32	7,31

5.10 Біохімічне споживання кисню (BCK_5)

Оцінка величини BCK_5 заснована на визначенні кисню у первинній пробі води і повторному визначенні кисню у пробі після її інкубації протягом 5 діб за стандартних умов. Для цього відбирається проба в скляну пляшку на $0,5 \text{ дм}^3$ і водночас вимірюється початкова концентрація кисню у водоймі. Пляшка заповнюється водою повністю, витримується 5 діб в темноті при 20°C в лабораторії і потім в ній визначається вміст кисню електрохімічним методом. Кожна склянка повинна мати етикетку з номером, датою і часом відбору проби.

По закінченні строку інкубації у склянках визначають залишковий вміст кисню, розраховують середньоарифметичне. Різниця між початковим і залишковим вмістом кисню відповідатиме величині BCK_5 .

5.11 Визначення сірководню

Вода завжди містить певні органічні речовини, які схильні до загнивання. Загнивання стічних вод визначають за появою сірководню. Склянку на 1 дм^3 наповнюють майже повністю нефільтрованою водою, закривають пробкою і витримують в термостаті 7 діб при температурі 20°C . Після цього терміну в пробі визначають вміст сірководню за запахом або якісно. Показник загнивання використовується при визначенні сапробності води.

5.12 Вивчення продукції і деструкції органічних речовин

В процесі фотосинтезу в освітленому Сонцем фотичному шарі автотрофні гідробіоти (фітопланктон, фітобентос, макрофіти) за участю світла утилізують вуглекислий газ, біогенні елементи з води, перетворюючи їх на свою біомасу (органічну речовину) і виділяючи при цьому у воду кисень. Водночас за відсутності сонячного світла відбуваються процеси деструкції (дихання), що супроводжуються поглинанням кисню з води та накопиченням вуглекислого газу.

Важливою гідроекологічною характеристикою водної екосистеми є її біопродуктивність – здатність утворювати певну кількість органічної речовини (біологічної продукції) у вигляді біомаси гідробіонтів. Первинна продукція – це продукція органічної речовини, утворена рослинними клітинами в процесі фотосинтезу.

Первинна продукція стає органічною їжею для тваринних організмів різних трофічних рівнів і визначає рівень біопродуктивності водойми. Це важливий показник стану водного об'єкта і якості води в ньому. Розрізняють валову і чисту первинну продукцію.

Валова продукція (A) – сумарна кількість органічної речовини, що утворилася в процесі фотосинтезу і перебуває в певний момент у воді.

Чиста продукція (P) – приріст органічної речовини за добу (тобто, це валова продукція «мінус» деструкція).

Деструкція (R) – розкладання органічних речовин під дією гетеротрофних організмів (переважно бактерій).

За біопродуктивністю (трофністю) водойми поділяються на:

- евтрофні ($2-18,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$);
- мезотрофні ($1-2 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$);
- оліготрофні ($0,06-0,08 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$);
- дистрофні ($0,05-0,55 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$).

Протягом року в періоди біологічної вегетації продукція перевищує деструкцію, восени і взимку навпаки. Всі порушення викликаються антропогенними чинниками. Також біопродуктивність має виражені добові і сезонні коливання. Зазвичай продукція складає $0,05-18,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, деструкція $0,05-9,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Також змінюється біопродуктивність за глибиною – максимальна у поверхні, мінімальна біля дна.

Первинна біопродуктивність визначається скляночним кисневим методом Вінберга.

Метод полягає у визначенні концентрації кисню в світлій і темній склянках, заповнених природною водою після їх експозиції протягом певного часу. Визначається кількість кисню, що отримується в світлій склянці в процесі фотосинтезу і поглинутого в темній склянці в процесі дихання гідробіонтів. Дослідження виконується окремо за фітопланктом, макрофітами в різних точках за глибиною в річках і водоймах. Теоретично горизонти експозиції склянок мають відповідати глибинам, куди проникає 100, 75, 50, 25, 10 і 1% поверхневої сонячної радіації (горизонт 1 % відповідає нижній межі фотичного шару і дорівнює потроєній прозорості за диском Секкі). Для встановлення стандартних горизонтів необхідно обчислювати ослаблення сонячної радіації з глибиною з допомогою спеціальних приладів – піранометрів. Якщо таких приладів нема, то використовуються такі горизонти експозиції склянок: поверхня, 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 ... м (останній – на глибині потроєної прозорості за диском Секкі). В кожній точці експонування під час установки склянок відбирається батометром проба води і вимірюється в ній початкова концентрація кисню.

Попередньо посуд має бути ополоснутий дистильованою водою і висушений, перед заповненням кожна склянка ополіскується досліджуваною водою, наповнюється повністю.

Проби води, відібрані батометром, експонуються у водному об'єкті на певній глибині в герметично закритих склянках – світлих (прозорих) і темних (по 2 пляшки в кожній точці). В світлій склянці одночасно відбуваються процеси фотосинтезу і дихання організмів планктону. В темній склянці протікає лише процес дихання (деструкції), при якому кисень поглинається. Для встановлення приросту або зменшення вмісту кисню протягом дослідів, перед експозицією склянок визначається його початкова концентрація у воді водного об'єкта (під час відбору проби води на хімічний аналіз).

Темні склянки обертають фольгою і кладуть в темні пакети. Склянки мають бути скляні на 0,5 дм³, їх підвішують на мотузках, тросах (рис. 5.2).

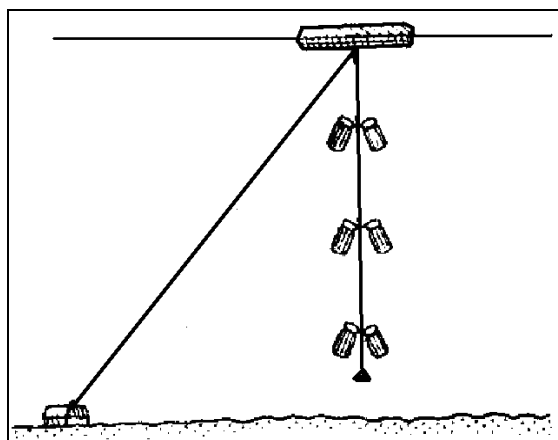


Рис. 5.2 – Схема експозиції біопродукційних склянок

Кожна склянка повинна бути пронумерована, містити етикетку. Після закінчення експозиції в склянках визначається вміст кисню електрохімічним способом. Внаслідок проведеного таким чином дослідів одержуються три параметри – початковий вміст кисню ($C_{поч}$), вміст кисню в прозорій склянці ($C_{пр}$), вміст кисню в темній склянці ($C_{темн}$) за час інкубації склянок t (год).

Валова первинна продукція (A) мг O_2 /(дм³·год) дорівнює:

$$A = \frac{(C_{пр} - C_{темн})}{t}. \quad (5.4)$$

Деструкція (R) мг O_2 /(дм³·год) розраховується за формулою:

$$R = \frac{(C_{поч} - C_{темн})}{t}. \quad (5.5)$$

Чиста продукція (P) $\text{мгO}_2/(\text{дм}^3 \cdot \text{год})$ дорівнює:

$$P = \frac{(C_{np} - C_{поч})}{t}. \quad (5.6)$$

Валова первинна продукція фітопланктону – це функціональний гідробіологічний показник, який характеризує інтенсивність новоутворення органічної речовини за рахунок фотосинтетичної активності водоростей в освітленій товщі води. Виражається величиною молекулярного кисню, що виділяється за добу при утворенні сумарної кількості органічної речовини в стовпі води під 1 м². Валова продукція фітопланктону дозволяє порівняти рівень трофності водойм і водотоків, оцінити їх потенційну схильність до евтрофування. Низькі значення первинної валової продукції характеризують малопродуктивні оліготрофні водойми з доброю якістю води, а високі – високопродуктивні, евтрофні і політрофні водойми з високою схильністю до евтрофування.

Класична методика вимагає, щоб термін експозиції склянок складав 24 год (повна доба), але для експедиційних досліджень це не завжди доречно оскільки вивчається максимальна біопродуктивність як показник активності біологічних процесів і здатності екосистеми до самоочищення. В експрес-варіанті методики термін експозиції склянок складає 2-6 год (встановлювати на першу або другу половини дня, виключаючи полудень).

За показниками продукції-деструкції розраховується **продуктивний коефіцієнт** (або індекс самозабруднення-самоочищення) A/R – відношення валової продукції до деструкції. Коефіцієнт A/R може мати:

- значення < 1 (деструкція перевищує продукцію, це може визначатись низькою продукцією чи надходженням алохтонних органічних речовин, можливий інтенсивний вплив на екосистему антропогенних чинників, у тому числі і токсичного характеру, це свідчить про забрудненість і активне поглинання кисню на розклад наявних у воді речовин, внаслідок чого формується негативний кисневий режим, у цьому випадку істотно зростає роль бактеріопланктону як редуцента органіки);

- значення > 1 (характеризують інтенсивні процеси утворення автохтонної органічної речовини, що спостерігається, наприклад, при „цвітінні” води, викликаного масовим розвитком водоростей, подальше відмирання і розклад яких може призвести до замозабруднення водойми);

- значення ≈ 1 (водна екосистема перебуває у збалансованому стані, кількість фотосинтезованої продукції дорівнює мінералізованій, а надходження алохтонних речовин не має істотного значення).

Одержані показники продукції-деструкції можна перерахувати на $\text{мгO}_2/(\text{м}^3 \cdot \text{д})$, а також перерахувати продукцію-деструкцію з «кисню» на «вуглець» («кисневу» продукцію-деструкцію помножити на 0,37) або виразити ці характеристики через калорії (помножити на 3,5).

5.13 Визначення мінералізації та електропровідності води

Мінералізація – це сумарний вміст у воді розчинених мінеральних речовин в мг/дм³ або г/дм³, яка виражається або загальною мінералізацією, або сухим залишком, або електропровідністю.

Класифікація якості вод за мінералізацією показана у табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Класифікація якості вод за мінералізацією

Клас і категорія води		Мінералізація води, г/дм ³
Ультрапрісні		0-0,1
Прісні	Гіпогалінні	0,1-0,5
	Олігогалінні	0,51-1,0
Солонуваті	Мезогалінні	1,01-18,0
	Полігалінні	18,01-30,0
Солоні	Еугалінні	30,01-40,0
	Ультрагалінні	>40,0

Електропровідність – це чисельний вираз здатності водного розчину проводити електричний струм, який залежить в основному від концентрації розчинених мінеральних солей і температури. Найбільше при визначенні електропровідності враховуються домінуючі електроліти (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) в той час як інші іони (Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , NO_3^- , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$) не дуже впливають на електропровідність, тому не враховуються. Також не враховується присутність у воді органічних, біогенних, токсичних сполук. Хоча електропровідність води характеризує її мінералізацію, тому вона включена до програм моніторингу водного середовища як зручний сумарний індикаторний показник концентрації розчинених мінеральних солей.

Електропровідність зручно вимірювати портативними приладами – **кондуктометрами**. Принцип їх дії ґрунтується на залежності електропровідності води від концентрації розчинених в ній речовин.

На практиці використовується кондуктометр ЕКСПЕРТ-002. Прилад має масу 0,5 кг, датчик наливного типу УЕП-Н-С наповнюють досліджуваною водою до верху, витримують 5 хв і на дисплеї висвічується значення питомої електропровідності, а при необхідності – мінералізації (вибір режиму – СОЛЬ). Прилад калібрують за розчинами $NaCl$ різної концентрації. При високій мінералізації пробу води розводять дистильованою водою, за графіком залежності показів приладу і концентрації $NaCl$ записують значення мінералізації з урахуванням розведення.

До і після використання електрод промивають дистильованою водою.

5.14 Проведення візуальних спостережень поверхні водойми

Візуальні спостереження поверхні водойми включають:

- візуальне визначення забруднення водойми (покриття поверхні водоймища, озера, водотоку нафтовою або масляною плівкою, загибель риби, рослин, гнильний запах);
- виявлення, по можливості, джерела забруднення (установлення місця скидання стічних вод і таке інше) та зону поширення забруднення по довжині річки або площі водойми.

Звітний матеріал до розділу 5:

розділ 5 звіту з навчальної практики з описом проведених робіт, заповнені таблиці виміряних гідрохімічних показників та їх аналіз.

6 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ

Донні відклади – це мінеральні і органічні частки (природного і антропогенного походження), які потрапляють у водні об'єкти автохтонним (внутрішні процеси) і аллохтонним (зовнішні процеси) шляхом і осідають на дно внаслідок фізичної і біогенної седиментації.

Донні відклади є абіотичною складовою водних екосистем, впливають на якість води, гідролого-гідрохімічний і гідробіологічний режим (акумулюють різні речовини, зокрема, нафтопродукти, пестициди, важкі метали) і за певних умов можуть бути джерелом самоочищення або вторинного забруднення вод.

Донні відклади є середовищем мешкання численних видів бентофауни, тому їх забруднення негативно позначається на трофічній структурі водних екосистем.

Завдяки діяльності бактерій і бентосу у донних відкладах відбуваються сезонні процеси розкладу і трансформації органічних залишків з утворенням мінеральних форм біогенних елементів, а при анаеробних умовах також і газів (метан, водень, аміак, сірководень). Тому вивчення донних відкладів має велике науково-практичне значення.

Донні відклади мають вертикальну стратифікацію (накопичуються і залягають шарами різного складу) і виражену сезонну динаміку.

6.1 Відбір та підготовка проб для аналізу

Донні відклади вивчаються на основі проб, які відбирають в точках спостережень на створах або рейдових вертикалях. Для визначення рівнів антропогенного навантаження на водні екосистеми сполуками важких металів проби донних відкладів відбирають, як правило, у зонах з активним перебігом седиментаційних процесів. Такі зони визначають спеціальними дослідженнями.

Програма спостережень включає визначення фізико-хімічних характеристик донних відкладів: кольору, запаху, консистенції, типу, включень, температури, вологості, об'ємної маси скелету, вмісту органічних речовин (втрат при прожарюванні), показника pH і Eh .

В спеціальних випадках готують водну витяжку і виконують необхідні хіміко-аналітичні дослідження вмісту нафтопродуктів, пестицидів, важких металів тощо.

Місця і режим відбору проб співпадають із вимогами до гідролого-гідрохімічних досліджень.

Проби відбирають: донним щупом ГР-69, дночерпаком ДЧ-0,025.

Щуп донний ГР-69 – застосовують зі штанги (жердини) при глибинах до 6 м, на кінці розташований металічний ріжучий стакан 140×40 мм, який вдавлюється в ґрунт, відривається від дна (при цьому стакан перегортається), підіймається, проба виймається.

Дночерпак ДЧ-0,025 – призначений для відбору проб на галечниково-гравелистих ґрунтах, має дві стулки, опускається в розкритому стані на лебідці, при різкому її піднятті силою своєї ваги захоплює стулки ковша (площа ділянки захоплення дна 0,025 м²), проба виймається, прилад ополіскується.

Колонка проби ґрунту набирається в стакан приладу певного розміру (довжини і площі поперечного перерізу), проба вилучається механічним екструдером. Відбирають пробу 200 г, її переносять фарфоровим шпателем в скляну банку (поліетиленовий пакет) до країв, етикетують, закривають пластиковою кришкою і поміщають в холодильник. Тривалість зберігання проби складає від 7 діб (при 4 °С) до 60 діб (при мінус 18 °С).

6.2 Основні характеристики донних відкладів

Донні відклади можуть бути мінерального і органічного походження. Мінеральні ґрунти класифікують за табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Класифікація фракцій механічного складу донних відкладів за розміром часток

№	Назва фракції	Розмір часток, мм
1	Глиби	>1000
2	Валуни	100-1000
3	Щебінь і галька	10-100
4	Гравій і хрящ	1-10
5	Пісок	0,1-1
6	Пил	0,01-0,1
7	Мул	0,001-0,01
8	Глина	<0,001

В річках крупність донних відкладів визначається особливостями поля швидкості течії – біля берегів залягають глинисті і піщані мули, на фарватері – галька з валунами. У водоймах крупність донних відкладів зменшується від берегів до середини (до глибини 2-3 м переважають галька і пісок з валунами, глибше вони переходять в мулистопіщані з мушлями і у глибоких місцях залягають мули), в міру замулення водного об'єкта рельєф дна згладжується.

Іноді на дні водойм утворюються стрічкові глини (неоднорідні утворення, які складаються з тонких шарів піщаних і глинистих часток, які відкладаються відповідно у літній і зимовий періоди). Ці закономірності порушуються за рахунок місцевих умов (макрофіти, бухти, коси).

Органогенні ґрунти складаються з сапропелів. В сирому стані сапропель являє собою студенисту, різної консистенції однорідну дрібнозернисту ікроподібну масу різного кольору, після висушування стає твердим і у воді не розмокає.

Донні відклади мають: тип, колір, запах, консистенцію, включення.

Тип донних відкладів залежить від їхнього фізико-механічного складу, який визначається за переважаючим розміром складаючих його фракцій і встановлюється візуально. Поєднання двох або інших фракцій визначає подвоєну назву їх типу (піщаний мул, глинистий мул, мулистий пісок, пісок, гравій, галька тощо). Дрібнозернисті ґрунти: глини (пеліти), мули (селіти, алевроїти), пісок – називають м'якими. Тверді ґрунти: гравій, галька, валуни, глиби.

Колір донних відкладів визначається візуально: білий, біло-сірий, сірий, темно-сірий, жовто-сірий, чорно-сірий, сіро-зелений, зелений, чорний, коричневий, темно-оливковий, сірий, жовтий, рожевий, світло-рожевий, червоний, бурий, тощо. Колір ґрунту залежить від умов формування і хімічного складу: сірий мул багатий на карбонат кальцію; коричневий має багато залізних і марганцевих конкрецій. Червоний, бурий, жовтий колір мають донні відклади, які утворюються в окисних аеробних умовах з високою насиченістю придонних шарів води киснем і значенням ОВП від мінус 50 до +150 МВ. Білий, сірий, зелений колір мають донні відклади, які утворені у перехідних окисно-відновних умовах, коли мало кисню і нема сірководню, ОВП від 0 до мінус 150 МВ. Чорний колір мають донні відклади, утворені в анаеробних умовах при дефіциті кисню і надлишку органіки, коли у відновному середовищі при ОВП менше мінус 100 МВ утворюється сірководень і випадає тонкодисперсний осад сульфідів заліза. Запах донних відкладів визначається органолептично після відбору проб по табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Види запаху донних відкладів

Вид запаху	Можливі джерела походження запаху
Хімічний	Промислові стічні води
Нафтовий	Стоки НПЗ, судноплавство
Сірчаний	Сірководень
Гнилісний	Застій стічних вод
Землистий	Сира земля
Торф'яний	Торф

Запах ґрунтів залежить від процесів, які протікають, і складу акумульованих речовин. Так, гнилісний запах донних відкладів малопроточних і застійних водних об'єктів викликаний бактеріальним розкладом органічних азотовмісних сполук у ґрунтах, що супроводжується утворенням летких органічних сполук, аміаку і сірководню.

Консистенція донних відкладів визначається наявністю в них води. За консистенцією донні відклади поділяються на рідкі (розтікаються на папері), напіврідкі (розпливаються на папері), м'які (легко вдавлюються пальцем), густі (важко вдавлюються пальцем), дуже густі (важко розрізаються ножом).

Включення в донних відкладах зазвичай складаються із залишків флори і фауни, різних конкрецій, грубоуламкового матеріалу й описуються візуально (мушлі, залишки трави, тина, водорості, тверді частинки тощо).

На місці у відібраних пробах донних відкладів визначають їх колір, температуру, pH , Eh , запах. В лабораторії визначають тип, консистенцію, включення.

Звітний матеріал до розділу 6:

розділ 6 звіту з навчальної практики з описом проведених робіт, таблиці виміряних показників донних відкладів та їх аналіз.

7 ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РІЧОК І ОЗЕР

7.1 Загальні відомості про гідробіонтів водних екосистем

Гідробіонти (організми, які мешкають у прісноводних екосистемах), представлені такими життєвими формами: бентос, планктон, нектон, нейстон, перифітон, пагон.

Бентос – це рослини (фітобентос), тварини (зообентос) та бактерії (бактеріобентос), які мешкають в верхніх шарах мулу, залягаючи на дні водойми. Розрізняють епіфауну (або поверхневий бентос, який представлений організмами, що лежать на дні і повзають по його поверхні) та інфауну (організми, що зариваються в мулистий ґрунт). Зообентос (губки, молюски, ракоподібні) дає інтегральну оцінку якості води і забрудненості донних відкладів. Також на дні живуть вищі водяні рослини (рогоз, рдесники, очерет, комиш), але вони розглядаються не як фітобентос, а виділені в окрему групу – макрофіти.

Планктон – це організми, що мають однакову з водою питому вагу тіла, ведуть пасивний спосіб життя в товщі води, не здатні протистояти течії. В залежності від типу організмів розрізняють фітопланктон (рослини), зоопланктон (тварини) і мікропланктон (мікроорганізми), а в залежності від розміру особин планктон підрозділяють на планктон-сітку (можна виловити гідробіологічною сіткою) і нанопланктон (мікроорганізми, що проходять крізь сітку). Зоопланктон (медузи, інфузорії, рачки, личинки) використовують для визначення якості води за відносно короткі періоди часу, особливо для ставків і водосховищ.

Нектон – це організми, що мають таку ж як і вода питому вагу тіла, можуть протистояти течіям і ведуть активний спосіб життя в товщі води. Це комахи, риби, земноводні, ссавці.

Нейстон – це організми, питома вага яких менша, ніж у води, та які використовують поверхневий натяг води в якості субстрату, це водомірки, жуки-плавунці тощо, які мешкають на поверхні води.

Перифітон – це рослини і тварини, що утворюють біологічні обростання на предметах у воді.

Пагон – це найпростіші, коловертки, хробаки, молюски, ракоподібні тощо, які зиму проводять біля льоду в стані анабіозу, а навесні оживають і продовжують планктонний або бентосний спосіб життя.

В заростях макрофітів формуються своєрідні багатокомпонентні біоценози, які виділяють в окреме поняття – зоофітос.

Звітний матеріал до п. 7.1:

пп. 7.1 розділу 7 звіту з навчальної практики з переліком життєвих форм гідробіонтів водних екосистем.

7.2 Визначення макрофітів

Макрофіти (вища водяна рослинність) – це сукупність крупних водоростей, мхів і судинних рослин, що мешкають в умовах водного середовища і (або) надмірного зволоження. Вони відіграють важливу роль в екосистемі як продуценти органіки, середовище мешкання гідробіонтів.

Виділяють такі групи макрофітів:

- **гідрофіти** (справжні водні рослини, занурені у воду);
- **гігрофіти** (рослини, що мешкають в умовах надлишкового зволоження);
- **мезофіти** (рослини достатнього (середнього) зволоження);
- **гелофіти** (водно-болотні рослини) – вони займають як водні, так і перезволожені біотопи.

В Україні прісноводні макрофіти налічують 200 видів.

Відповідно до цього, за способом існування макрофіти поділяються на 3 типи та 11 груп (табл. 7.1).

Виділяють такі **зони** мешкання макрофітів (рис. 7.1):

- **прибережна зона низьких надводних водно-болотних рослин** (ум. позн. 1, рис. 7.1) – основними представниками є осоки, хвощ; це берегова зона вище урізу води, інколи заливається водою, її межа виражена нечітко і може зливатись з водною рослинністю наступної зони та з рослинністю берега, особливо якщо берег заболочений; ґрунти мулисті, торф'яністі, піщані, кам'яні, глинисті;
- **прибережна мілководна зона** (ум. позн. 1, рис. 7.1) – основними представниками є рдесники, осоки; тягнеться від урізу води до зони комишів на глибині до 0,5 м, ґрунти різні;
- **зона високо здійнятих над водою рослин** (ум. позн. 2, рис. 7.1) – представники очерет, комиш або куга; до глибин 3 м, дно мулисте;
- **зона рослин з плаваючим листям** – (ум. позн. 3, рис. 7.1) – представники латаття біле, глечики жовті, рдесники; такі рослини розвиваються в захищених місцях - затоках, заводях, старицях;
- **зона занурених рослин** (ум. позн. 4, рис. 7.1) – представники широколистяні рдесники, водопериця; на глибині до 5 м;
- **зона низько занурених рослин або підводних луків**, (ум. позн. 5, рис. 7.1) – представники мохи, хара, елодея; проходить до нижньої межі макрофітів.

За вертикаллю розрізняють **яруси**:

- **надводний** (високий, середньовисокий, низький під'яруси);
- **плаваючий** (рослини з плаваючим листям);
- **підводний** (високий, середньовисокий, придонний під'яруси).

Наведені характеристики макрофітів є основою методик відповідного гідроекологічного аналізу.

Таблиця 7.1 – Екобіоморфологічна класифікація макрофітів

Тип	Підтип	Група	Підгрупа (представники)
Гідрофіти (справжні водні рослини)	Гідрофіти занурені	Істинно водні (повністю занурені)	Повністю занурені, некорінені, вільно плаваючі в товщі води (види роголисників <i>Ceratophyllum</i>)
			Повністю занурені, вкорінені (закріплені до субстрату) (наяди <i>Najas</i> , полушник <i>Isoetes</i>)
		Майже занурені (генеративні органи повітряні)	Занурені некорінені, плаваючі в товщі води (види пузирчаток <i>Utricularia</i>)
			Занурені вкорінені (види рдестників <i>Potamogeton</i> , урутей <i>Myriophyllum</i> , лобелія Дортмана <i>Lobelia dortmanna</i>)
	Гідрофіти плаваючі	Вільно плаваючі некорінені	Водокрас <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> , ряска мала <i>Lemna minor</i> , сальвінія плаваюча <i>Salvinia natans</i>)
		З плаваючим листям, вкорінені	Глечики жовті <i>Nuphar</i> , латаття <i>Nymphaea</i> , рдесник плаваючий <i>Potamogeton natans</i>)
Гелофіти (водно-болотні рослини)		Високотравні	Очерет звичайний <i>Phragmites australis</i> , хвощ річковий <i>Equisetum fluviatile</i> , сусак зонтичний <i>Butomus umbellatus</i> , види рогозів <i>Tupha</i> , куга <i>Scirpus</i> , їжачоголівник <i>Sparganium</i>
		Низькотравні	
		Приземні	
Навколоводні		Гігро-гелофіти	
		Трав'янисті гідрофіти	
		Дерев'янисті гідрофіти	
		Гігро-мезофіти	

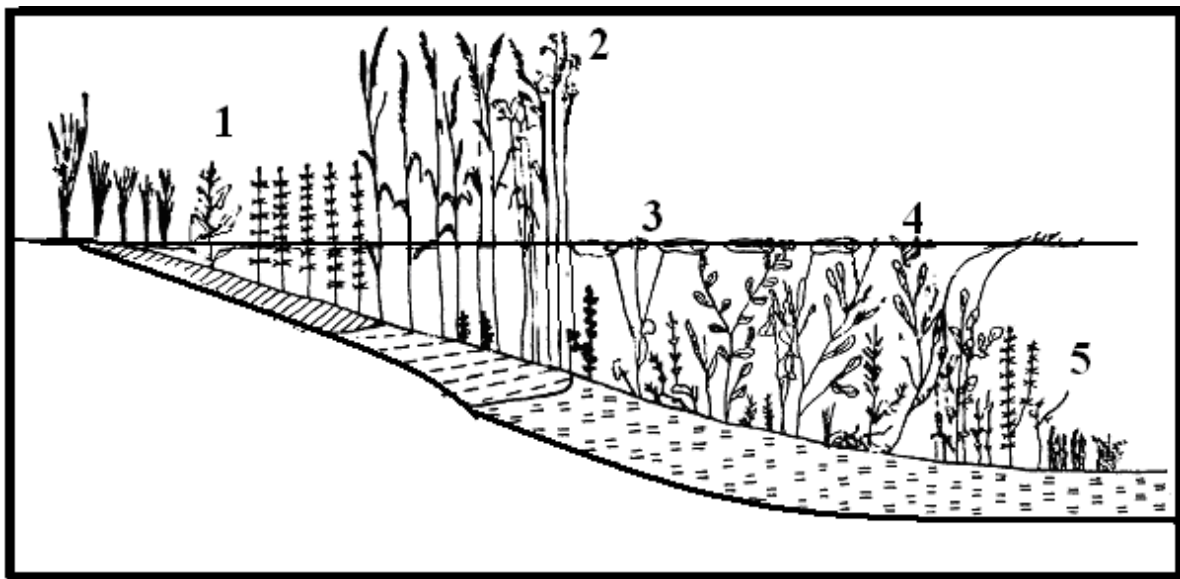


Рис. 7.1 – Зони розподілу макрофітів у берегів водойм:

1) низькі надводні рослини (осока, хвощ); 2) високі надводні рослини (очерет, куга); 3) рослини з плаваючим листям (геліопсис, латаття); 4) високі занурені рослини (рдести, уруть); 5) низькі занурені рослини

Опис співтовариств макрофітів виконується на пробних майданчиках (зазвичай квадрат 10 на 10 м), які обираються в характерних місцях з однорідними екологічними умовами (це може бути частина великого масиву макрофітів або співтовариство цілком, якщо його розміри менше 10×10 м). На кожен майданчик складається **геоботанічний опис** на спеціальному бланку, де відображаються характеристики рослинного угруповання біотопу.

При геоботанічному описі фітоценозу майданчика характеризується:

- **загальний стан фітоценозу;**
- **видовий (флористичний) склад;**
- **масовість видів**, їх розміщення за площею (рівномірне, плямами, групами);
- **ярусність**, висота рослин і під'ярусів, а для піднесених над водою рослин – висота їх надводної частини;
- **проективне покриття** (для всього трав'янистого покриву в цілому і для кожного ярусу окремо, проективне покриття окремих видів);
- **життєвість видів і фенологічний стан** (позначення фаз: сходи – сх; ювенільна рослина – ю; вегетація – вег; бутонізація – бут; цвітіння – цв; плодоношення – пл; вегетація після опадання плодів – вт.вег; відмирання – відм; зимуючі бруньки – зб).

Для визначення **флористичного складу** створюють повний список видів рослин, які утворюють фітоценоз. В бланк опису вносять всі види, які знайдені на пробному майданчику (використовують визначник). За необхідністю збирають зразки рослин і складають гербарій.

Визначення видів рослин і їх реєстрацію на бланку краще робити за **ярусами**, починаючи від верхнього – надводного.

Під **масовістю** розуміється ступінь участі особин виду в фітоценозі (за числом особин, масою, проективним покриттям). Для візуальної оцінки масовості видів у фітоценозі використовується шкала Друде, де балами і словами позначається ступінь масовості певного виду (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Шкала масовості видів Друде

Позначення	Бали	Характеристика
Soc. (sociales)	6	Багато, рослини утворюють фон, змикаються
Cop.3 (copiosae)	5	Рослин дуже багато
Cop.2	4	Рослин багато
Cop.1	3	Рослин достатньо багато
Sp. (sparsae)	2	Рослин мало, в малих кількостях, вкраплені в основний фон інших рослин
Sol. (solitariae)	1	Рослини одиничні
Un. (unicum)	+	Зустрічається в одиничному екземплярі
Gr. (gregarius)	гр.	Зустрічається групами (ставиться поряд з балом)

Список рослин з оцінками масовості видів за Друде називається кваліфікаційним списком (табл. 7.3).

Таблиця 7.3 – Кваліфікаційний список макрофітів

№ опису	Екоморфи макрофітів			Назва виду	Індекс чисельності
	тип	підтип	група		

Проективне покриття – площа горизонтальних проекцій рослин на поверхню донного ґрунту водойми, виражається у % від загальної площі пробного майданчика. Розрізняють загальне проективне покриття (проективна повнота), ярусне покриття, проективне покриття окремих видів (проективна масовість), істинне покриття (площа дна водойми, зайнята основами рослин). Проективне покриття до 60 % вважається оптимальним для первинної продукції і процесів самоочистки; якщо покриття складає 60-80 %, то ситуація «задовільна»; покриття 80-100 % негативно впливає на водний об'єкт, стимулюючи деструкцію органіки, розвиток анаеробних і гнилісних процесів, вторинне забруднення води.

Визначення проективного покриття окремих видів рослин виконується візуально методом квадратів по 1 м², для характеристики проективного покриття окремих видів в фітоценозі використовують шкалу Браун-Бланке (табл. 7.4).

Таблиця 7.4 – Шкала Браун-Бланке

Бали	Характеристика
<i>r</i>	Вид одиничний, проективне покриття < 1 %
+	Вид рідкий, проективне покриття 1-5 %
1	Число особин велике, проективне покриття 5-10 %
2	Число особин велике, проективне покриття 10-25 %
3	Число особин будь яке, проективне покриття 25-50 %
4	Число особин будь яке, проективне покриття 50-75 %
5	Число особин будь яке, проективне покриття > 75 %

Життєвість видів (пристосованість рослин до умов мешкання) має наступні градації:

- 1 – види явно пригнічені;
- 2 – вегетативний розвиток видів нижче нормального, здатність до квітнення і плодоношення не втрачена;
- 3 – види з повним циклом розвитку, нормального росту, квітнуть і плодоносять;

4, 5 – розвиток вище нормального або надмірний.

Для якісного відбору проб на глибинах до 3 м використовуються:

- водяні грабельки на 6 зубців;
- сапка і лопата садові;
- ніж, ножиці, секатор садовий.

Для кількісного відбору проб додатково застосовують рами різної форми площею 0,25-1 м².

Для відбору проб на фітомасу використовується:

- коса с лезом довжиною 25 см;
- заростечерпаки (секатор).

В якості комплексного звітнього матеріалу по дослідженню водних об'єктів складаються детальні **картосхеми** їх акваторії з нанесеними глибинами, створами і станціями гідроекологічних робіт, угрупованнями макрофітів, бальними оцінками якості води і забрудненості. Такі карти є дуже важливим матеріалом для подальших гідроекологічних досліджень.

При складанні таких карт треба по можливості показувати не лише загальну межу прибережних макрофітів, а й вказувати занурені товариства, поширеність окремих видів. Роботи проводять комбіновано – на човні і по берегу, в створах натягують розмічені троси. Розбивка створів здійснюється стандартними гідрометричними методами – по берегу перпендикулярно магістралі, по акваторії – по плавучому ланцюгу. Для підвищення точності використовують геодезичну зйомку. Для орієнтування береться азимут по бусолі, також використовують координування по системі GPS. Промірні роботи виконуються дискретним чи безперервним способами.

Для ідентифікації доступних на поверхні макрофітів їх збирають в човен вручну, з глибини – граблями. Види ідентифікують на місці по визначникам. Відстані вимірюють рулеткою, мірною стрічкою, розміченими тросами. В польові щоденники фіксують отримані результати, обставини робіт.

Схема гідроботанічної зйомки водойми наведена на рис. 7.2. Для позначення окремих співтовариств макрофітів можуть бути використані відповідні умовні позначки і штриховка.

Для кожної водойми складаються зведені таблиці з геоботанічним (гідроботанічним) описом (табл. 7.5).

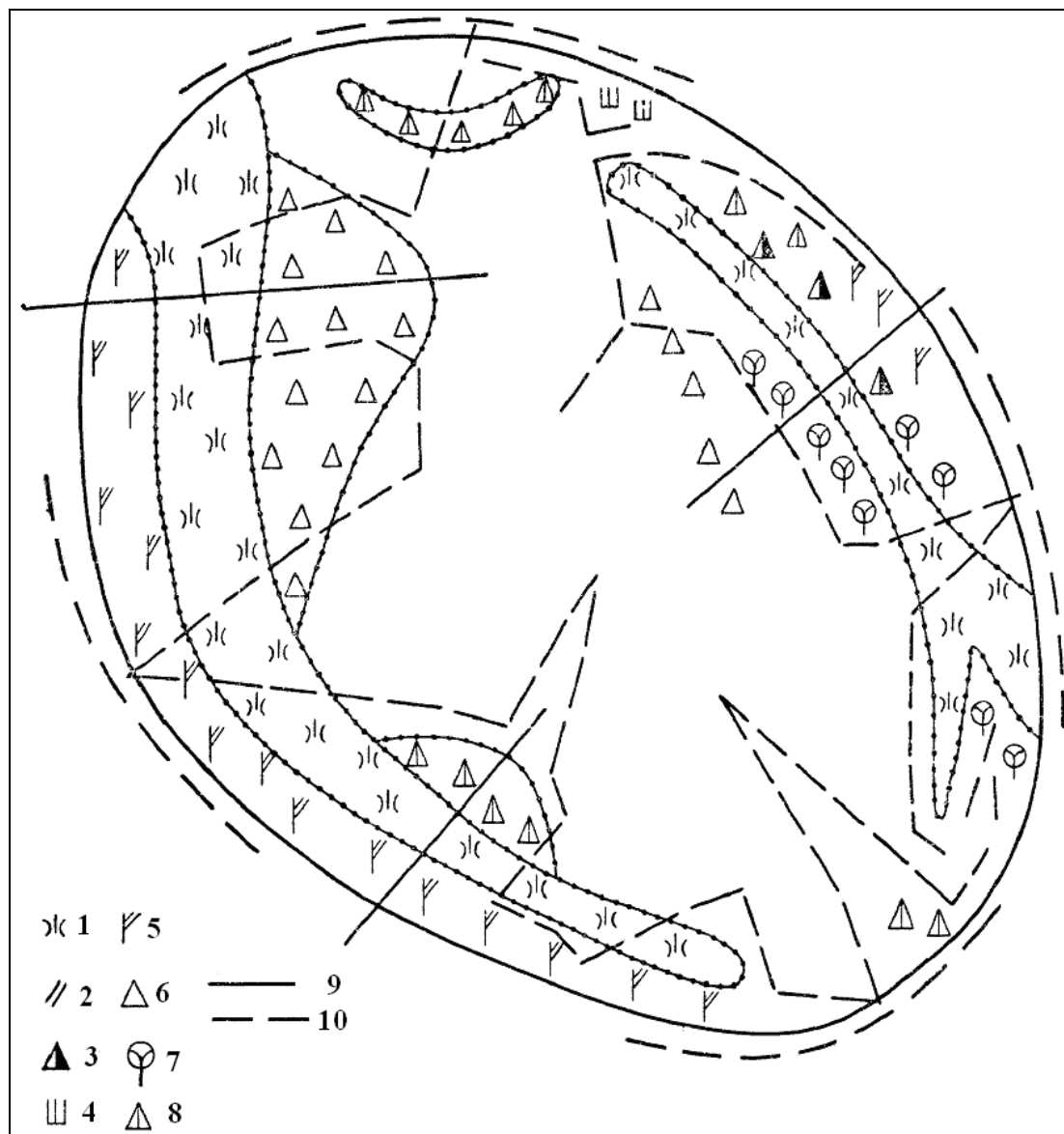


Рис. 7.2 – Схема проведення гідроботанічної зйомки водойми:
 1 – очерет; 2 – частуха; 3 – рдест пронзеннолистний; 4 – болотниця;
 5 – стрілолист; 6 – рдест блискучий; 7 – горець земноводний; 8 – рдест
 гребінчастий; 9 – хід човна і магістраль на березі; 10 – лінія створів

Таблиця 7.5 – Форма таблиці для геоботанічного опису водойми

Вид	Чисельність	Рівень	Фенофаза	Життєвість	Площа

Складені карти дозволяють оцінити ступінь заростання водного об'єкта в цілому і по окремим видам. Це можна зробити, розрахувавши площу водного дзеркала і сумарну площу заростей макрофітів. Для наочності використовують наступну шкалу (табл. 7.6).

Таблиця 7.6 – Шкала ступеню заростання водного об'єкта

Бали	Характеристика
6	Надмірне заростання, більше 50 % водного дзеркала
5	Дуже велике заростання, 36-50 % водного дзеркала
4	Велике заростання, 21-35 % водного дзеркала
3	Середнє заростання, 11-20 % водного дзеркала
2	Невелике заростання, 3-10 % водного дзеркала
1	Дуже мале заростання, 1-2 % водного дзеркала

Звітний матеріал до п. 7.2:

пп. 7.2 розділу 7 звіту з навчальної практики зі стислим описом методів дослідження макрофітних співтовариств водних екосистем, опис проведених робіт з вивчення макрофітних співтовариств, кваліфікаційний список видів макрофітів з врахуванням їх масовості, схема заростання водного об'єкта в умовних позначеннях.

7.3 Визначення біомаси фітопланктону за прозорістю води

Польовим експрес методом визначення біомаси фітопланктону в озерах, ставках і водосховищах є метод за прозорістю води – орієнтовно біомасу фітопланктону можна визначити за диском Секкі. Вважається, що прозорість залежить від ступеня розвитку фітопланктону (табл. 7.7).

Таблиця 7.7 – Зв'язок прозорості води і біомаси фітопланктону

Прозорість, см	10	20	30	40	50	60	70	>100
Біомаса, г/м ³	80	70	60	50	40	30	20	<10

Звітний матеріал до п. 7.3:

пп. 7.3 розділу 7 звіту з навчальної практики зі стислим описом експрес-методу визначення фітопланктону, коротким описом проведених робіт, таблиці з отриманими даними.

7.4 Визначення трофності водойм

Трофність – загальна кількість органіки і біогенних елементів на одиницю об’єму водойми. Фактично – це кормність, тобто кількість їжі для живих організмів, тому саме трофність визначає біорізноманіття вод.

За трофністю існує така градація водних екосистем:

- **дистрофні** (непродуктивні);
- **оліготрофні** (малопродуктивні);
- **мезотрофні** (середньопродуктивні);
- **евтрофні** (високопродуктивні).

Трофність водойми орієнтовно визначає індекс Р. Карлсона

$$I_k = 60 - 14.4 \ln J, \quad (7.1)$$

де J – прозорість води за диском Секі, м.

Таблиця 7.8 – Класифікація трофності водойм за індексом Р. Карлсона

Категорія трофічного статусу	Індекс Р.Карлсона, I_k
Дистрофні	<10
Оліготрофні	10-30
Мезотрофні	30-50
Евтрофні	50-60
Гіпертрофні	>60

Звітний матеріал до п. 7.4:

пп. 7.4 розділу 7 звіту з навчальної практики зі стислим описом методики визначення трофності водойм за індексом Р. Карлсона та результатами і висновком щодо трофічного статусу досліджених водних об’єктів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гриб О.М. Робоча програма навчальної практики з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія» / Одеса: Од. держ. еколог. ун-т, 2019. 11 с.
2. Інструкція № 67 / Одеса: Од. держ. еколог. ун-т, 2006. 11 с.
3. Інструкція № 68 / Одеса: Од. держ. еколог. ун-т, 2006. 11 с.
4. Інструкція № 53 / Одеса: Од. держ. еколог. ун-т, 2006. 24 с.
5. Правила безпеки при роботі студентів та співробітників у лабораторії хімії / Одеса: Од. держ. еколог. ун-т, 2009. 2 с.
6. Інструкція про надання першої допомоги потерпілим при нещасних випадках / Одеса: Од. держ. еколог. ун-т, 2009. 3 с.
7. Шмидт С.В. Техника безопасности при гидрологических работах / Л.: Гидрометеиздат, 1961. 176 с.
8. Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета / Л.: Гидрометеиздат, 1983. 319 с.
9. Пам'ятка з безпеки життєдіяльності для студента / Одеса: Од. держ. еколог. ун-т, 2007. 25 с.
10. ДСТУ 3008-2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання / Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.
11. Гриб О.М. Практикум з інженерної гідрометрії та техніки безпеки: навчальний посібник / Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 68 с.
12. Колодєєв Є.І., Гриб О.М. Методи гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання). Навчальна польова практика: навчальний посібник / Одеса: ТЕС, 2009. 75 с.
13. Колодєєв Є.І., Чернов М.І. Основи річкової гідрометрії. Навчальний посібник / Одеса, ТЕС, 2002. 159 с.
14. Колодєєв Є.І., Чернов М.І., Швебс О.Г. Лабораторний практикум з гідрометрії. Навчальний посібник / Одеса, ТЕС, 2004. 105 с.
15. Методичні вказівки до проведення навчальної практики з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія» для підготовки студентів за спеціальністю 101 «Екологія» / Гриб О.М., Яров Я.С., Гращенкова Т.В., Пилип'юк В.В., Гриб К.О. / Одеса: ОДЕКУ, 2018. 110 с.
16. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6, ч. 1 / Л.: Гидрометеиздат, 1978. 384 с.
17. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6, ч. 2 / Л.: Гидрометеиздат, 1972. 268 с.
18. Карасев И.Ф., Васильев А.В., Субботина Е.С. Гидрометрия / Л.: Гидрометеиздат, 1991. 376 с.
19. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия / Л.: Гидрометеиздат, 1977. 448 с.
20. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия / Л.: Гидрометеиздат, 1983. 424 с.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

В

Васильєв, Андрій Васильович – 68

Вінберг, Георгій Георгійович – 50

Г

Гращенкова, Тетяна Валеріївна – 68, 77

Гриб, Катерина Олександрівна – 68, 77

Гриб, Олег Миколайович – 1-3, 68, 77

К

Карлсон, Роберт Е. – 67

Карасьов, Йосиф Пилипович – 68

Колодєєв, Євген Іванович – 68

Куприн, В. С. – 35, 36, 40

Л

Лучшева, Олександра Анатоліївна – 68

М

Медведєва, Юлія Сергіївна – 3

Молчанов, Іван Васильович – 34, 35, 38

П

Пилип'юк, Віктор Вікторович – 68

С

Секкі, Анжело – 44, 46, 50

Снеллен, Герман – 17

Софронков, Олександр Наумович – 3

Субботін, Олександр Сергійович – 68

Субботіна, Олена Сергіївна – 68

Т

Терновий, Петро Анатолійович – 77

Ч

Чернов, Микола Іванович – 68

Ш

Шмідт, Сергій Вікторович – 68

Швебс, Олександр Генріхович – 68

Я

Яров, Ярослав Сергійович – 68

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Б

Бентос – 59

В

Визначення витрат води: гідрометричними млинками – 24-27
поверхневими поплавцями – 27-30

Вимірювання витрати завислих наносів – 32-37

Вимоги безпеки: перед початком роботи – 9
під час виконання гідрометричних робіт – 9-12
після закінчення роботи – 12
в аварійних ситуаціях – 12
під час виконання гідрохімічних робіт – 12-14

Витрата: води – 23
завислих наносів – 31

Вища водяна рослинність (макрофіти) – 60

Д

Деструкція – 50, 51

Донні відклади – 55-58

З

Засоби рятувальні, водовідливні та протипожежні – 15

К

Каламутність води – 36-37

Колір та кольоровість води – 45

М

Макрофіти (вища водяна рослинність) – 60

Мінералізація води – 53

Н

Нуль графіка поста – 19

П

Пінистість води – 43

Перифітон – 59

Перелік приладів, обладнання та бланкових і витратних матеріалів – 16-18

Планктон – 59

Приводка – 19

Продукція: валова – 50, 51
первинна – 49-51
чиста – 50, 52

Прозорість води – 44

Р

Рівневі спостереження – 19

С

Самописний водомірний пост – 20

Середньодобовий рівень води – 21, 22

Т

Твердий стік річки – 31

Трофність водойм – 67

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Прилади та обладнання для гідрологічних і гіdroхімічних вимірювань

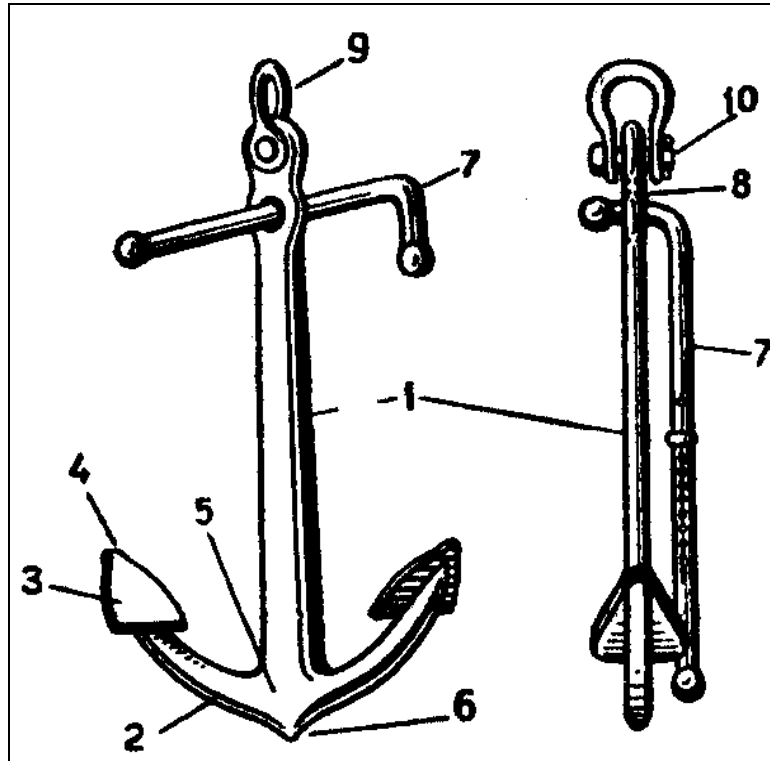


Рис. А.1 – Адміралтейський якір:

1 – веретено; 2 – ріг; 3 – лапа; 4 – носок; 5 – тренд; 6 – п'ятка;
7 – шток; 8 – шийка; 9 – скоба; 10 – болт

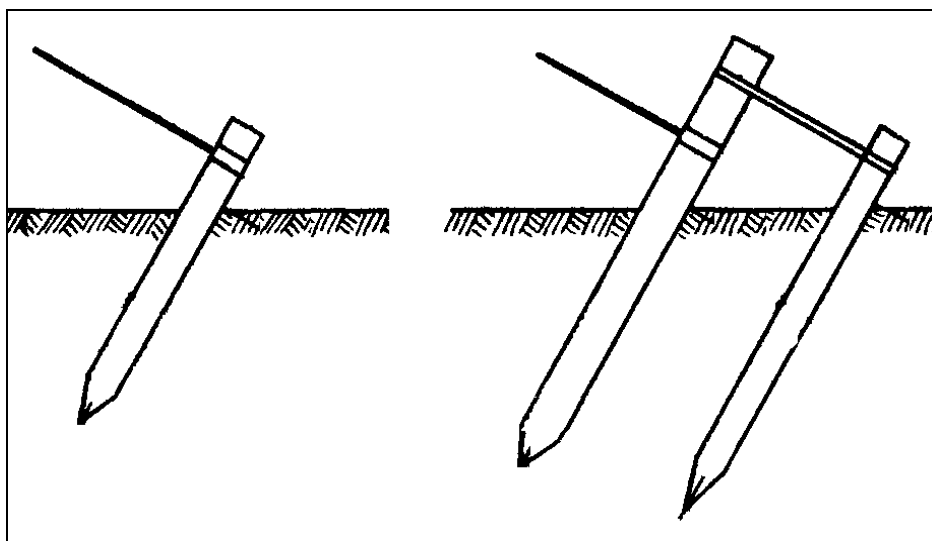


Рис. А.2 – Пальові якорі (анкери)

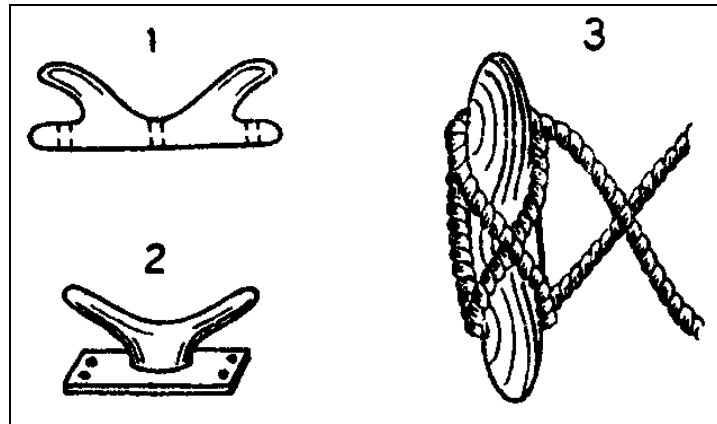


Рис. А.3 – Закріплення станового тросу:
1 – вудка; 2 – мушка; 3 – вудка з накладеною вісімкою

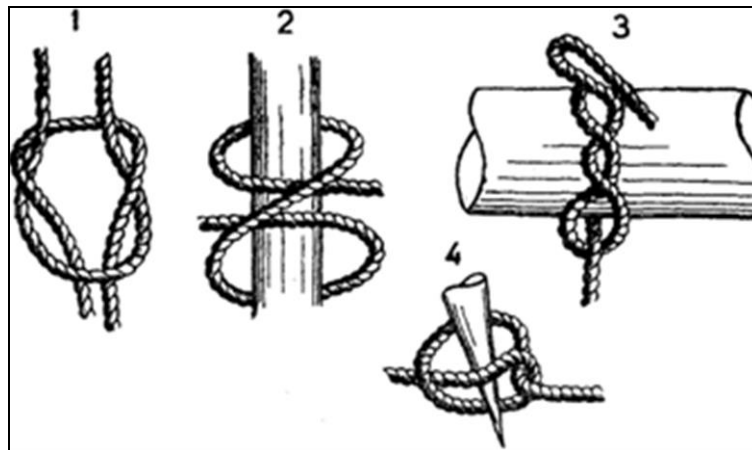


Рис А.4 – Види вузлів:
1 – прямий вузол; 2 – вибленочний вузол; 3 – удавка; 4 – пальовий вузол

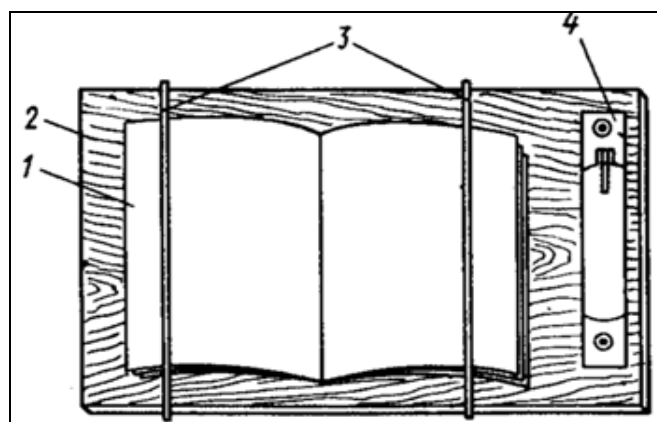


Рис А.5 – Планшет для польових записів:
1 – польовий журнал; 2 – лист фанери; 3 – гумка; 4 – футляр з олівцем

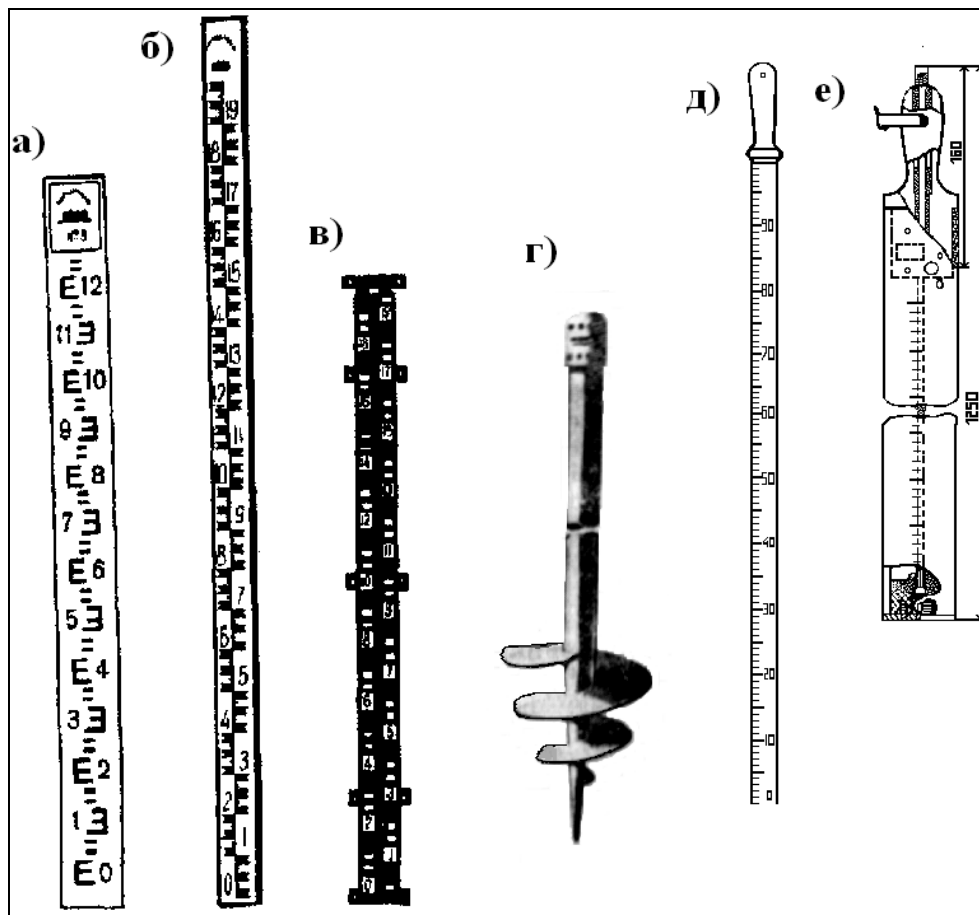


Рис А.6 – Типи водомірних рейок та паль:

а) дерев'яна; б) металева емальована; в) чавунна; г) стандартна металева пал'я ПИ-20; д) переносна рейка ГР-104; е) рейка із заспокоювачем ГР-23

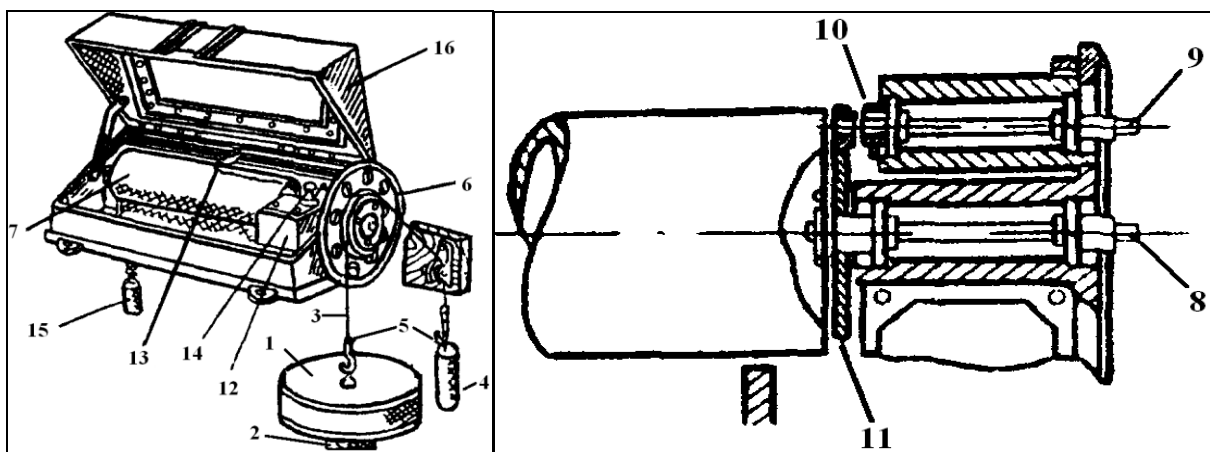


Рис А.7 – Самопис рівня води (СРВ) «Валдай»:

1 – поплавець, 2 – вантаж, 3 – трос, 4 – протизвага, 5 – затискачі, 6 – поплавець колесо, 7 – барабан, 8 – основна вісь, 9 – додаткова вісь, 10 – трібка, 11 – шестірня, 12 – годинниковий механізм, 13 – каретка з пером, 14 – завідна головка, 15 – гиря годиннику, 16 – захисна кришка

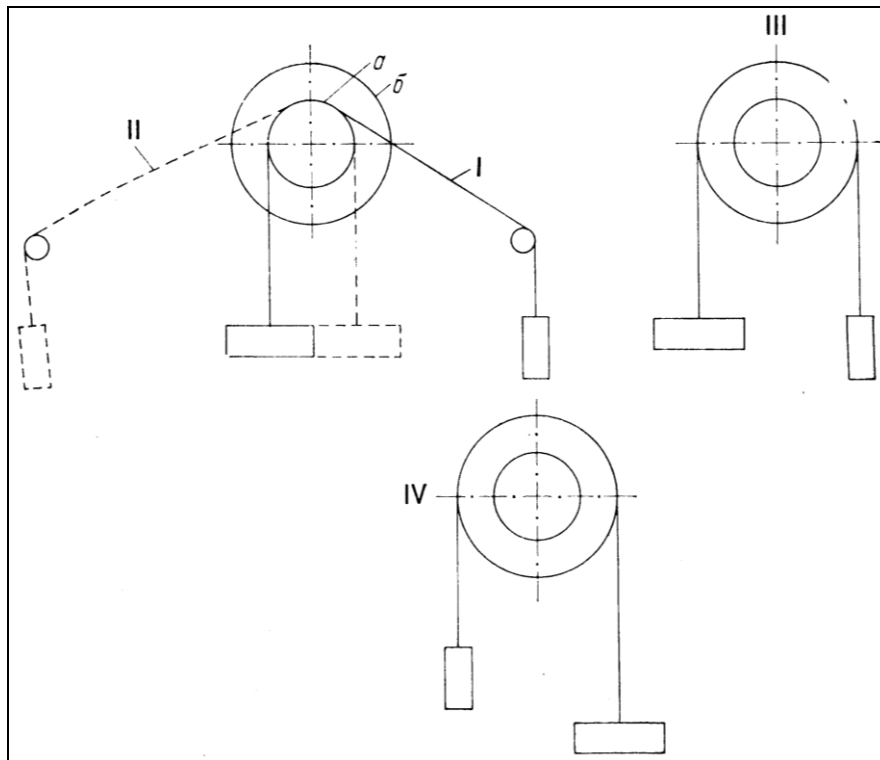


Рис. А.8 – Положення поплавця СРВ «Валдай» по відношенню до поплавцевого колеса при різних масштабах запису:
 I – масштаб запису 1:1, II – масштаб запису 1:5, III – масштаб запису 1:2,
 IV – масштаб запису 1:10; а – малий шків, б – великий шків

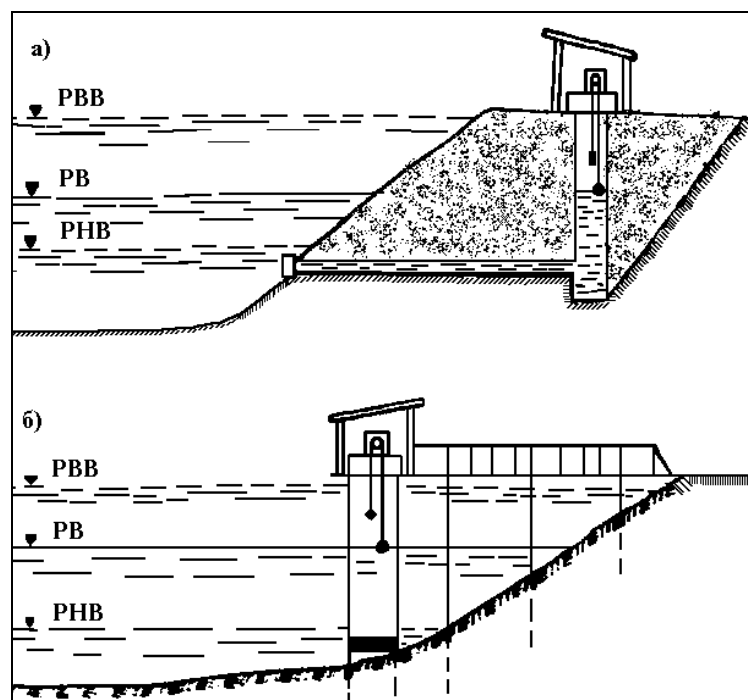


Рис А.9 – Схеми різних типів встановлення СРВ:
 а) береговий тип, б) острівний тип

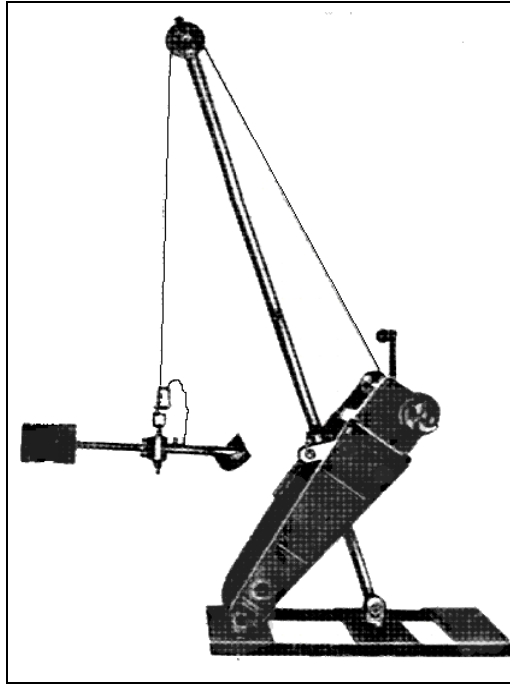


Рис А.10 – Гідрометрична лебідка (лот механічний) «Нева» (ПІ-23)
з прикріпленим гідрометричним млинком

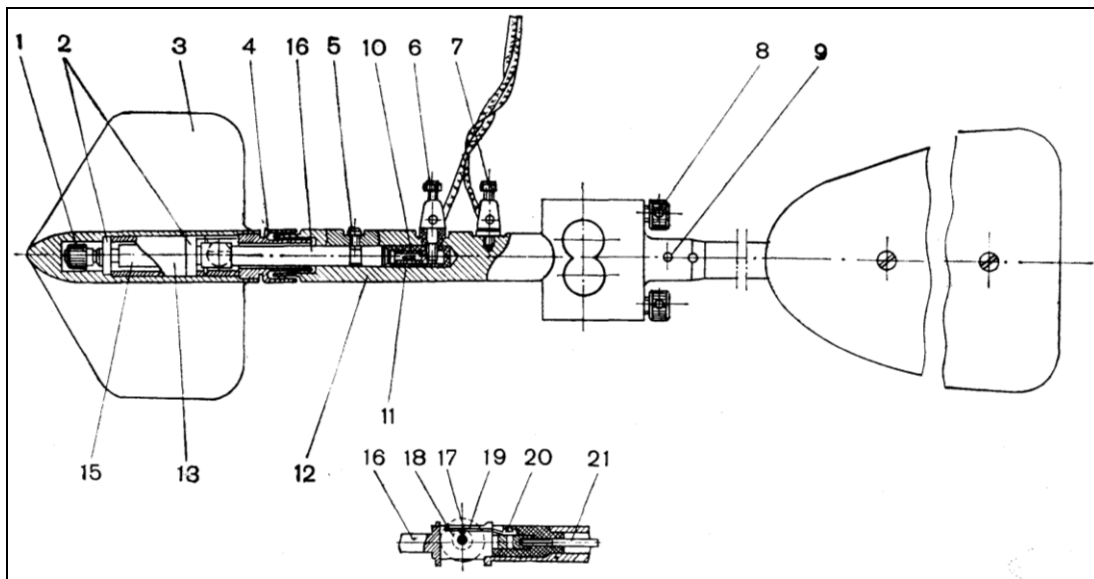


Рис А.11 – Загальний вид гідрометричного млинка ГР-21М (у розрізі):
1 – вістова гайка, 2 – радіальні упорні шарикові підшипники, 3 – лопатевий
гвинт, 4 – муфта, 5 – стопорний гвинт, 6 – вагова клема, 7 – ізольована
клемма, 8 – затискні гвинти, 9 – гвинт для кріплення стабілізатора напрямку,
10 – гніздо для штепселя, 11 – штепсельний штифт осі, 12 – корпус
млинка, 13 – зовнішня втулка, 14 – гільза з черв'ячною втулкою, 15 –
внутрішня розпирна втулка, 16 – вісь ходової частини, 17 – контактний
штифт, 18 – черв'ячна шестерня, 19 – контактна пружина, 20 – контактний
гвинт, 21 – електропровідний стрижень

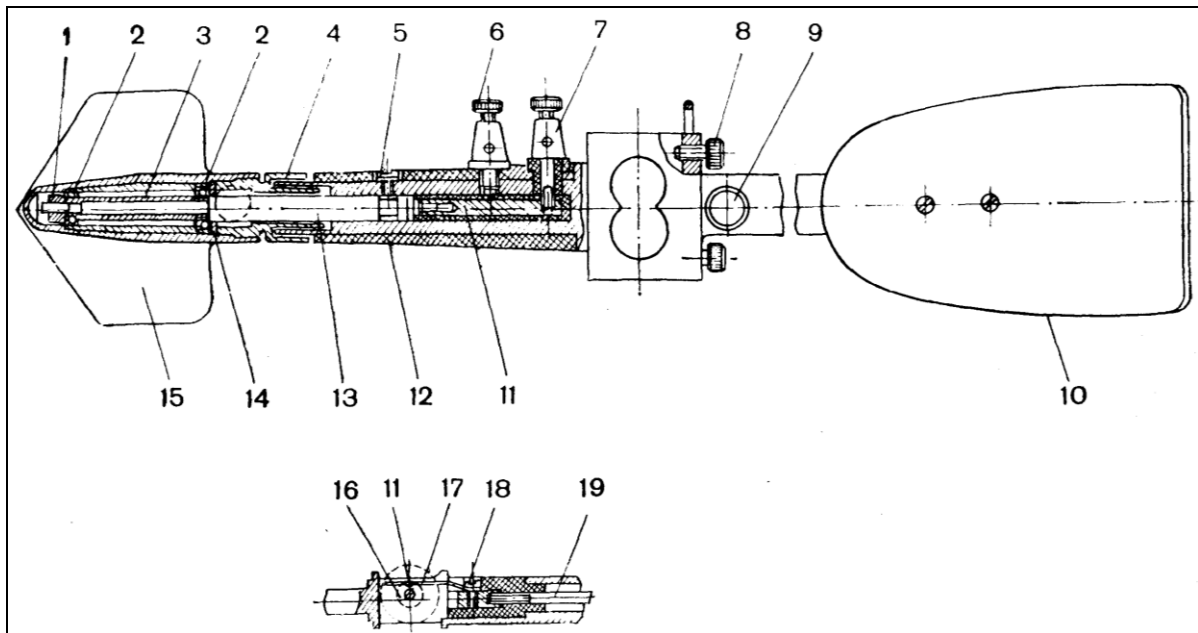


Рис. А.12 – Загальний вид гідрометричного млинка ГР-55 (у розрізі):
 1 – вістова гайка, 2 – радіальні упорні шарикові підшипники, 3 – внутрішня упорна втулка, 4 – упорна шайба, 5 – стопорні гвинти, 6 – вагова клемма, 7 – ізолювана клемма, 8 – затискні гвинти, 9 – гвинт для кріплення стабілізатора напрямку, 10 – стабілізатор напрямку, 11 – штепсельне гніздо, 12 – корпус млинка, 13 – вісь ходової частини, 14 – затискна муфта, 15 – лопатевий гвинт, 16 – черв'ячна шестерня, 17 – контактна пружина, 18 – контактний гвинт, 19 – стрижень штепселя

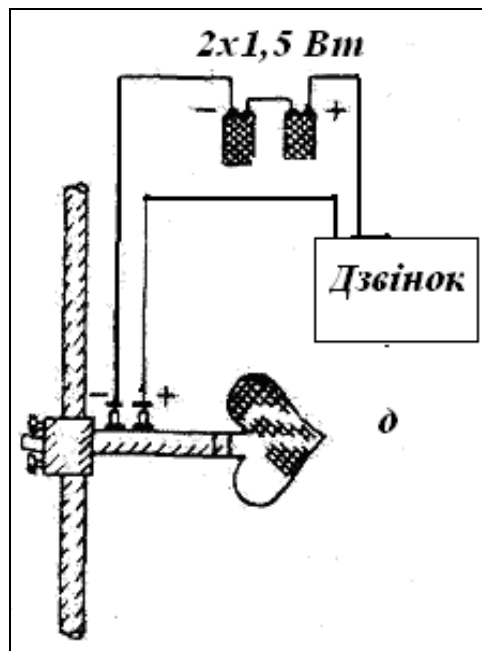


Рис. А.13 – Схема підключення гідрометричного млинка до елементів живлення та сигнального пристрою

ДОДАТОК Б

Зразок титульного листа до звіту з навчальної практики

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

Кафедра гідроекології
та водних досліджень
Природоохоронний факультет

З В І Т

з навчальної практики
з дисципліни «Гідрометрія та гідрохімія»
за період з 10.08.2020 р. р. по 30.08.2020 р.
студентів групи ЕГ-33

Виконавці (бригада № ЕГ1):

- 1) П.І.Б. – бригадир
- 2) П.І.Б.
- 3) ...
- 4) ...
- 5) ...

Керівники практики:

доц. Гриб О.М. – відп. керівник
ас. Гращенко Т.В.
директор ГЕПЦ Терновий П.А.
зав. лаб. Гриб К.О.

Маяки – Одеса – 2020

ДОДАТОК В

План пояснювальної записки (змісту) до звіту з навчальної практики

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП.....	
1 ПІДГОТОВЧО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОБОТИ.....	
1.1 Підготовчо-організаційні роботи, склад бригади, обов'язки бригадира.....	
1.2 Основні положення правил техніки безпеки і охорони праці під час проведення гідрометричних і гідрохімічних робіт.....	
1.3 Гідрометричні і гідрохімічні прилади, плавзасоби, такелаж, рятувальні засоби та їх підготовка для виконання вимірювань і робіт.....	
2 РІВНЕВІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ.....	
2.1 Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання рівнів води та обробки отриманих результатів	
2.2 Організація рейкового та самописного водомірних постів	
2.3 Обробка водомірної книжки.....	
2.4 Обробка стрічки самописа рівня води.....	
3 ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА РІЧКАХ.....	
3.1 Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання витрат води та обробки отриманих результатів.....	
3.2 Визначення витрат води, виміряних за допомогою гідрометричних млиноків основним способом (зі штанги, з тросу на тросовій переправі).....	
3.3 Визначення витрат води, виміряних за допомогою поверхневих поплавців.....	
4 ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЗАВИСЛИХ НАНОСІВ.....	
4.1 Перелік приладів, обладнання й бланкових і витратних матеріалів для вимірювання витрат завислих наносів та обробки отриманих результатів.....	
4.2 Вимірювання витрати завислих наносів основним способом з використанням батометра та механічного лота з троса.....	

5 ГІДРОХІМІЧНІ РОБОТИ.....	
5.1 Методика відбору і консервації проб води на хімічний аналіз.....	
5.2 Вимірювання температури води.....	
5.3 Визначення характеру та інтенсивності запаху.....	
5.4 Визначення смаку і присмаку води.....	
5.5 Визначення «пінистості» води.....	
5.6 Визначення прозорості води.....	
5.7 Визначення кольору і кольоровості води.....	
5.8 Визначення рН води.....	
5.9 Визначення розчиненого у воді кисню.....	
5.10 Біохімічне споживання кисню (БСК ₅).....	
5.11 Визначення сірководню.....	
5.12 Вивчення продукції і деструкції органічних речовин.....	
5.13 Визначення мінералізації та електропровідності води.....	
5.14 Проведення візуальних спостережень поверхні водойми.....	
6 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ.....	
6.1 Відбір та підготовка проб для аналізу.....	
6.2 Основні характеристики донних відкладів.....	
7 ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РІЧОК І ОЗЕР.....	
7.1 Загальні відомості про гідробіонтів водних екосистем.....	
7.2 Визначення макрофітів.....	
7.3 Визначення біомаси фітопланктону за прозорістю води.....	
7.4 Визначення трофності водойм.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	

ДОДАТОК Г
Книжка гідрологічна КГ-1М(н)
для запису гідрологічних спостережень

KT-1M(h)

КНИЖКА

Иск

Дата отримання на станції

Начальник станции _____ Кочуев

Код типотипи	Код поста	Пр. мисли, прррррр

KOI	KOI	Pik. M. K. K.	Т. А. К. К. К. К. К.
информации	номера	ППП. А. М.	ППП. А. М. А.
1	2	3	4
(12011)			

Номер	Кількість копійок (таблиця за життєвої місії)
1	100
2	200
3	300
4	400
5	500
6	600
7	700
8	800
9	900
10	1000
11	1100
12	1200
13	1300
14	1400
15	1500
16	1600
17	1700
18	1800
19	1900
20	2000
21	2100
22	2200
23	2300
24	2400
25	2500
26	2600
27	2700
28	2800
29	2900
30	3000
31	3100
32	3200
33	3300
34	3400
35	3500
36	3600
37	3700
38	3800
39	3900
40	4000
41	4100
42	4200
43	4300
44	4400
45	4500
46	4600
47	4700
48	4800
49	4900
50	5000
51	5100
52	5200
53	5300
54	5400
55	5500
56	5600
57	5700
58	5800
59	5900
60	6000
61	6100
62	6200
63	6300
64	6400
65	6500
66	6600
67	6700
68	6800
69	6900
70	7000
71	7100
72	7200
73	7300
74	7400
75	7500
76	7600
77	7700
78	7800
79	7900
80	8000
81	8100
82	8200
83	8300
84	8400
85	8500
86	8600
87	8700
88	8800
89	8900
90	9000
91	9100
92	9200
93	9300
94	9400
95	9500
96	9600
97	9700
98	9800
99	9900
100	10000

Номер проба	Классификация (пробирки) за значение моляр- ной доли воды в растворе					
	1	2	3	4	5	6
=1	КГ-1М(КГ)	КГ-3М(В)	КГ-6М(В)	ТГ-10М		
	ТГ-3М	ТГ-11М	ТГ-55М	ТГ-15М	ТГ-14М	ТГ-4М
=2						

Honey plants	Bluetits (♀) nests			1-2 phases, days to hatched chicks no. 0.1 cm	1-2 egg development phases
	Bluetits, M	Chickens, incubated	Date laid		
0	1	2	3	4	5

Homen předmět	Bilance (O) práce (zpr. znění z daného měření)			1-8 práce, 1-8 kol
	Bilance, M	Cílová míra	Práce, M	1-8 kol Bilance, práce
0	1	2	3	4
=5				5

Howop pukka	Ивановский пивоварня	Датум	Ивановский пивоварня	Датум	Ивановский пивоварня
0	Заварен	2	Заварен	3	Заварен
=6					

Одгатаг бэлтгэгчид дараах багц мэдээлэл (-)						
Ховор үзүүлэлт	Pharm score		Кол скари	Температура сэрээ	Дисгори бичлэг	
	KI-LINC	KI-LMC				
0	1	2	3	4	5	
=7						

Холер патта	Температура ностр	Онаш	Бире		
----------------	----------------------	------	------	--	--

II	III	IV	V

Номер рады	Період		Означ. визначеності сиростережень	Нестандартний спосіб сиростережень
	Початок 11.04.1999	Кінець 11.04.1999		
0	1	2	3	4
=9				
=10				
=11				
=12				
=13				
=14				

Довідникові відомості

Номер рядка	Код факторів, які порушують природний режим водного об'єкта			
0	1	2	3	4
=20				

Номер рядка	Число, ДДММ	Час, год. хв.		Рівень води, см	Температура води, °С
		Рівень води	Температура води		
0	1	2	3	4	5
=21					
=22					

Рядок =21 – останній рядок спостереження попереднього місяця
Рядок =22 – перший рядок спостереження наступного місяця

Номер рядка	Період користування строковими рівнями води				Величина поправки, см	Спосіб внесення поправки
	Початок		Кінець			
	Дата, ДДММ	Строк, год. хв.	Дата, ДДММ	Строк, год. хв.		
0	1	2	3	4	5	6
=23						
=24						
=25						
=26						
=27						

Номер рядка	Число	Час, год. хв.	Рівень води над «0» поста, см	Код стану водного об'єкту		Температура (виправлена), °С		Опади, мм	Вітер за кодом	Примітка
						води	повітря			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
=41										
=42										
=43										
=44										
=45										
=46										
=47										
=48										
=49										
=50										
=51										
=52										
=53										
=54										
=55										
=56										
=57										
=58										
=59										
=60										

Номер рядка	Рівень води, см		Температура повітря, °C		Середні за добу		Стан водного об'єкта (словесна характеристика)	Номер проби на хімічні аналізи води, інші вимірювання
	номер рейки або пали	відмітка рейки	води	повітря	рівень, мм, см	температура води, °C		
=11	12	13	14	15	16	17	18	19
=41								
=42								
=43								
=44								
=45								
=46								
=47								
=48								
=49								
=50								
=51								
=52								
=53								
=54								
=55								
=56								
=57								
=58								
=59								
=60								

5

Номер рядка	Число	Час, год. хв.	Рівень води над «0» поста, см	Код стану водного об'єкта		Температура (виправлена), °C		Опади, мм	Вітер за кодом	Примітка
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
=61										
=62										
=63										
=64										
=65										
=66										
=67										
=68										
=69										
=70										
=71										
=72										
=73										
=74										
=75										
=76										
=77										
=78										
=79										
=80										

6

Номер рядка	Рівень води, см		Температура повітря, °C		Середні за добу		Стан водного об'єкта (словесна характеристика)	Номер проби на хімічні аналізи води, інші вимірювання	
	номер рейки або пали	відмітка рейки	води	повітря	рівень, мм, см	температура води, °C			
=61	11	12	13	14	15	16	17	18	19
=62									
=63									
=64									
=65									
=66									
=67									
=68									
=69									
=70									
=71									
=72									
=73									
=74									
=75									
=76									
=77									
=78									
=79									
=80									

7

Номер рядка	Число	Час, год. хв.	Рівень води над «0» поста, см	Код стану водного об'єкту		Температура (виправлена), °C		Опади, мм	Вітер за кодом	Примітка
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
=81										
=82										
=83										
=84										
=85										
=86										
=87										
=88										
=89										
=90										
=91										
=92										
=93										
=94										
=95										
=96										
=97										
=98										
=99										
=100										

8

Додаткові відомості про стан водного об'єкту					
Номер рядка	Число	Час, год. хв.	Код стану водного об'єкту		
0	1	2	3	4	5
=842					
=843					
=844					
=845					
=846					
=847					
=848					
=849					
=850					
=851					
=852					
=853					
=854					
=855					
=856					
=857					
=858					
=859					
=860					
=861					
=862					

17

Характеристика поверхні льодового покриву (взимку) і водної рослинності (влітку)											
Номер рядка	Число	Місце спостережень	Загальна товщина льоду, см	Товщина зануреного льоду, см	Товщина зануреної шуги, см	Висота снігу на льоду, см	Примітка	Щільність снігу на льоду, г/см ³	Висота шару надлідної води, см	Товщина надлідного льоду, см	Номер точки
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
=865											1
											2
											3
											Сер.
=866											1
											2
											3
											Сер.
=867											1
											2
											3
											Сер.

18

61

Номер рядка	Число	Місце спостережень	Загальна товщина льоду, см	Товщина зануреного льоду, см	Товщина зануреної шуги, см	Висота снігу на льоду, см	Примітка	Щільність снігу на льоду, г/см ³	Висота шару надлідної води, см	Товщина надлідного льоду, см	Номер точки	Характеристика поверхні льодового покриву (взимку) і водяної рослинності (влітку)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
=868											1	
											2	
											3	
											Сер.	
=869											1	
											2	
											3	
											Сер.	
=870											1	
											2	
											3	
											Сер.	

20

Номер рядка	Число	Місце спостережень	Загальна товщина льоду, см	Товщина зануреного льоду, см	Товщина зануреної шуги, см	Висота снігу на льоду, см	Примітка	Щільність снігу на льоду, г/см ³	Висота шару надлідної води, см	Товщина надлідного льоду, см	Номер точки	Характеристика поверхні льодового покриву (взимку) і водяної рослинності (влітку)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
=871											1	
											2	
											3	
											Сер.	
=872											1	
											2	
											3	
											Сер.	
=873											1	
											2	
											3	
											Сер.	

Заняє спостерігача

1. Про помічені зміни і пошкодження на посту і про причини, які їх викликали _____

2. Про період особливих явищ в стані водного об'єкту _____

3. Завваження осіб, які здійснювали перевізку _____

Спостереження виконав: _____

Обчислення перевізів: _____

Правильність занесення спостерігача і обчислень перевізів: _____

23

Код вугу описі:

- немає;
- 1 - річка;
- 2 - теребі;
- 3 - змішані.

Код напрямку вітру:

- 0 - штиль;
- 1 - за течією;
- 2 - проти течії;
- 3 - з лівого берега;
- 4 - з правого берега.

Код сили вітру:

- 0 - штиль;
- 1 - слабкий вітер;
- 2 - помірний вітер;
- 3 - сильний вітер.

Примітка (колонка № 10 на сторінках 4, 6, 8, 10, 12, 14):

- 2 - спостереження по максимальній рейді;
- 3 - спостереження по показанню рівня;
- 4 - рівень визначений нівелюванням;
- 5 - рівень при вимірюванні витрат води;
- 6 - спостереження по мікротермометру.

Код місця льодових вимірювань:

- 1 - вимірювання на середній річці;
- 2 - вимірювання поблизу берега;
- 3 - вимірювання на плесі;
- 4 - вимірювання на перекаті.

ДОДАТОК Д
Книжка гідрологічна КГ-3М(н)
для запису вимірювань витрат води
(млинком, глибинним поплавком)

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет
НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА
Науково-експертний центр моніторингу навколишнього середовища

КТ-3М(Н)

КНИЖКА

для запису вимірювань витрат води № _____
(Мітником, гідрометром потілаком)
« ____ » _____ 20 ____ р.

Річка _____
Пост _____

Створ № _____ розміщений в _____ км _____ від _____
випливу основною водонапірного поста

Витрати видраз _____ « ____ » _____ 20 ____ р.

Витрати розрахунок _____ « ____ » _____ 20 ____ р.

Витрати перебіг _____ « ____ » _____ 20 ____ р.

Витрати колузас _____ « ____ » _____ 20 ____ р.

Начальник станції _____

Код гідропосту	Код поста	Річ. містц. рррр мм
Код інформації	Код поста	Річ. містц. рррр мм
1	2	3
2	3	4
5	6	7

Номер река	Кількість екземплярів	Час виміру год. хв.	Гідроствор	Відстань від поста, м	Витрати, м³/с, л/с
0	1	2	3	4	5
≠1					

Умова робіт

Стан річки _____ на гідростворі _____
на основному посту _____

(замальовка-схема плодової обстановки і зарослених)

Погода: ясно, похмуро, дощ, сніг _____
Вітер: немає, слабкий, середній, сильний, за геч., проти геч., від лів./прав. берега
Річка: тече, рібона, хвилювання, плоти, спина _____
Мітенок системи, типу _____ № _____, позначений тінет № _____
Контакт через _____ обертів. Тарування № _____, « ____ » _____ 20 ____ р.
Початкова швидкість митника _____ м/с. Час вільного обертання $T_0 =$ _____ с.
Перебіг митника за способом вибігу T_1 експрес-методом _____
Після останнього тарування відмірюється _____ витрата води.
Мітенок опускається: на шпани/просі, вбріз, з містку, з тлоулки, з човна, з парому, з катери, з тлоу _____
Місцезонаження плавасобу на вертлкані під час робіт: не змінявалося, змінялося в межах _____
Вантаж _____ форми, вагою _____ кг.
Відстань від осі митника до вилу вантажу _____ м.
Середній час _____ № _____ повернення « ____ » _____ 20 ____ р.
За постійний початок прийнято _____ на лів./прав. березі.
Відстань вимірюється: стрілкою, проком, засічками _____ (штрих-контр)
Витрату віднесено до промуду № _____ від « ____ » _____ 20 ____ р.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, evenly spaced squares formed by thin black lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

[illegible]

Номер рядка	Сильний вітер (код 3)	Ознака введення поправки до швидкості при наявності хвощоструменевості (код 1)	Номер пилітисної вертикалі на межі русла та зап'яли
0	1	2	3
=3			

ПРИЙНЯТІ ДАНІ

Номер рядка	Розрахунковий рівень води над «0» поста, см		Витрата води, м ³ /с	Відносні похибки вимірювання елементів витрати води, %		Обчислення $V_{\text{сп}}$ по формулі з підмножи коефіцієнтами (код 1)
	основний пост	гідроствор		$Q_{\text{от}}$	$Q_{\text{от}}$	
0	1	2	3	4	5	6
=5						

Номер рядка	Номер вертикалі									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
=6										
=7										

5

ПРИЙНЯТІ ДАНІ

Номер рядка	Номер протоки	Стан річки				Розрахунковий рівень води над «0» поста, H , см		Витрата води, м ³ /с (дм ³ /с)	Площа, м ²					
		на основному посту		на гідростворі		на основному посту	на гідростворі		водного перерізу, F_n	мертвого простору, F_m	занурення		мостових опор, F_{опор}	загальна, F_{заг}
											льоду, F_л	шуги, F_ш		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
=10														
=12														
=14														
=16														
=18														
=20														
=22														
=24														
=26														

6

ПРИЙНЯТІ ДАНІ

Номер протоки	Номер рядка	Швидкість, м/с		Ширина, м		Глибина, м		Ухил, I, ‰	Спосіб вимірювання витрат води	Метод обчислення	Перехідний коефіцієнт	Особливості вимірювання витрати води		
		середня, $V_{сер}$	найбільша, V_{max}	по рівню (поверхні) води, B_p	по нижній поверхні льоду, B_n	середня, $h_{сер}$	найбільша, h_{max}					код	номер протоки з неврахованим стоком	відсоток неврахованого стоку, %
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	=11													
	=13													
	=15													
	=17													
	=19													
	=21													
	=23													
	=25													
	=27													

7

Номер рядка	Коди урізів, меж мертвого простору, номера промірних і швидкісних вертикалей	Відстань від постійного початку, м	Глибина робоча зі зрізою, м	Глибина, м			Товщина зануреного льоду, м	Товщина зануреної шуги, м
				I	II	Середня		
0	1	2	3	4	5	6	7	8
=30								
=31								
=32								
=33								
=34								
=35								
=36								
=37								
=38								
=39								
=40								
=41								
=42								
=43								
=44								
=45								
=46								
=47								
=48								
=49								
=50								

Початок _____ год. _____ кв. ПРОМІРИ Кінець _____ год. _____ кв.

8

555 (666) – уріз води правого (лівого) берега (при пологому березі, при природному крутому березі або нерівній стіні – бут, негасяче каміння);
554 (664) – уріз води правого (лівого) берега (при гладкій бетонній або суцільно обшитій дошками стіні);
775 (776) – уріз нижньої поверхні льоду правого (лівого) берега (при пологому березі, при природному крутому березі або нерівній стіні – бут, негасяче каміння);
745 (746) – уріз нижньої поверхні льоду правого (лівого) берега (при гладкій бетонній або суцільно обшитій дошками стіні);
885 (886) – межа мертвого простору, прилеглої до правого (лівого) берега;
888 – межа мертвого простору по середині річки.

10

$$F_{\text{A}} = \quad F_{\text{B}} =$$

$$F = 0,5 (h_0 + h_1 + h_2 + \dots + h_n)B + f_0 + f_n$$

l_0, l_k – площі, що знаходяться між урізами та найближчими до них промірними вертикалями.

ДОДАТОК Е
Книжка гідрологічна КГ-6М(н)
для запису вимірювань витрати завислих наносів
(точковим, сумарним або інтеграційним способом)
та витрати волочених наносів

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет
НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА
Науково-експертний центр моніторингу навколишнього середовища

КТ-6М(н)

КНИЖКА

для запису видіровень витрати завислих наносів № _____
(точковий, сумарний або інтегрований способом)
та витрати волоочених наносів № _____
« _____ » _____ 20__ р.

Річка _____

Пост _____

Створ № _____ розміщений в _____ км _____ від _____ основного водомірного поста

Витрати видіровень _____ « _____ » _____ 20__ р.

Витрати розрахунок _____ « _____ » _____ 20__ р.

Витрати перевірок _____ « _____ » _____ 20__ р.

Витрати кодувань _____ « _____ » _____ 20__ р.

Начальник станції _____

Код інформації	Номер поста	Рік, місяць, день РРРРММДД	Номер витрати завислих наносів	Номер витрати волоочених наносів	Номер протокол
1	2	3	4	5	6
:: ((12023					

Адреса	Кількість проток	Номер створу	Номер витрати води	Спосіб видіровень витрат наносів		Пізнак кодування завислих наносів	Адреса початку запису витрати завислих наносів
				завислих	волоочених		
0	1	2	3	4	5	6	
=10							

Примітки дані		Номер строки	
Розрахунковий рівень води над «0» графіка, см	основний	3	
	підоствор	4	
Сумарна витрата води, м³/с		5	
Сумарна витрата завислих наносів, кг/с		6	
Сумарна витрата волоочених наносів, кг/с		7	
Вміст органічних речовин, %		8	
Середня мутність води, г/м³		134	

Примітка:

[illegible][illegible]

[illegible]

ДОДАТОК Ж
Книжка гідрологічна КГ-7М(н)
для запису вимірювань витрат води
поверхневими поплавками

KT-7M(H)

КНИЖКА
ДЛЯ ЗАПИСИ ВЫИРОСАНЬ ВПРАТ ВОЛИ № _____
ПОВЕРНЕНДИ ПОЛТАРАМИ
« _____ » _____ 20 ____ р.

Створ № _____ розміщений в _____ км _____ від _____ до _____

Виргин Колдуэлл _____ «___» _____ 20__ г.

Начальный этап

Код подразделения	Код поста	Дир, мисаун, pppp.MM
...		

KoI informantii	KoI nota	Pir. micii	Ulcio	Homop bilitate bom	Homop mptote	Data coltarea ppp m m m
1	2	3	4	5	6	7
((12013						

Номер раїса	Кількість книжок	Час вивчення год. хв.	Літописець	Відбиток	Остання коду-	Видання
0	1	2	3	4	5	6
=1						

[illegible]

L - BROTHERS WINE DOCTRINE AND IMPROVEMENT YEAHY 800 WINE SUPPLIES TO ORDER BROS

Початок робіт _____ год. _____ хв. Кінець робіт _____ год. _____ хв.
ОБСТАНОВКА РОБІТ

Стан річки: _____ на гідростворі _____
 на основному посту _____
 Погода: ясно, похмуро, туман, дощ, сніг _____
 Вітер: немає, слабкий, за течією, проти течії, від півного правого берега.
 Річка: тихо, різьбана, чиста, мутна, несе сміття, траву, плоти _____
 Всього запущено поплавців _____ шт. з яких прийнято для розрахунків _____ шт.
 Тип, форма, розміри поплавців _____
 Сегундомір _____ № _____ повернений « _____ » _____ 20 ____ р.
 За постійний початок прийнято _____ на пів./прав. березі.
 Відстань винячена: струїною, просом, засічками _____ (метр/метр).

Витрату віднесено до проміру № _____ від « _____ » _____ 20 ____ р.

Номер рядка	Сильний вітер (код 3)	Оцінка введення поправки до швидкості при наявності косострумленості (код 1)	Номер швидкісної вертпалі на межі русла та заплав
0	1	2	3
=3			

ПРИЙНЯТІ ДАНІ

Номер рядка	Розрахунковий рівень води над «0» поста, см		Витрата води, м ³ /с	Відносні похибки вимірювання елементів витрати води, %		
	основний пост	гідроствор		Q _{ов}	Q _{от}	
0	1	2	3	4	5	
=5						

ПРИЙНЯТІ ДАНІ

Номер рядка	Номер протоки	Стан річки				Розрахунковий рівень води над «0» поста, Н, см			Площа, м ²						
									на основному посту		на гідростворі		Витрата води, м ³ /с (лм ³ /с)	водного перерізу, F _в	мертвого простору, F _м
		на основному посту	на гідростворі	льоду, F _л	шуги, F _ш										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
=10															
=12															
=14															
=16															
=18															
=20															
=22															
=24															
=26															

[illegible][illegible]

Навчальне електронне видання

ГРИБ ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ

ГІДРОМЕТРІЯ І ГІДРОХІМІЯ. НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА

Навчальний посібник

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

Е-mail: info@odeku.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016



8m
7.5
7m
6.5
6m
5.5
5m