



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03-06-80

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи з дисципліни «Метрологія і
стандартизація» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та
цивільна інженерія» на тему:
«Вимірювання показників якості природніх і стічної води.
Ознайомлення з устроєм та метрологічними
характеристиками ЗВТ із складу гідрохімічної лабораторії
(іономір, фото-електричний колориметр, аналітична вага)».
Частина 1

Рекомендовано науково-методичною
комісією зі спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія
Протокол № 1
від 25 жовтня 2018 р

Рівне – 2018



Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з навчальної дисципліни «Метрологія і стандартизація», для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» на тему: «Визначення масової концентрації розчиненого кисню у воді хімічним методом та оцінка якості вимірювань» Частина 3 / В. П. Косінов, Т. В. Романенко, Ю. П. Трач – Рівне : НУВГП, 2018. – 25 с.

Укладачі: В. П. Косінов, канд. техн. наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи, Т. В. Романенко, завідувач ГХЛ кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи, Ю. П. Трач, канд. техн. наук, ст. викладач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск – С. Ю. Мартинов, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи

© В. П. Косінов, Т. В. Романенко,
Ю. П. Трач
© НУВГП, 2018



ВСТУП	5
1. УНІВЕРСАЛЬНИЙ ІОНОМІР ЕВ-74	6
1.1. Призначення приладу та діапазон застосування	6
1.2. Технічні і метрологічні характеристики	6
1.3. Конструкція та принцип роботи	7
1.3.1. Загальні відомості	7
1.3.2. Принцип дії і схема перетворювача іономіру	7
1.3.3. Конструкція іономіру ЕВ-74	8
1.4. Техніка безпеки роботи з приладом	11
1.5. Підготовка до роботи	11
1.6. Порядок роботи із іономіром	12
1.6.1. Загальні вказівки	12
1.6.2. Налаштування і вимірювання pH водного середовища	12
2. ВАГА ЛАБОРОТОРНА РІВНОПЛЕЧНА 2 КЛАСУ МОДЕЛЬ ВЛР-200	13
2.1. Призначення	13
2.2. Технічні і метрологічні характеристики ВЛР-200	14
2.3. Конструкція і принцип роботи	15
2.4. Підготовка до роботи приладу ВЛР-200	17
2.5. Порядок роботи з приладом	18
3. КОЛОРИМЕТР ФОТОЕЛЕКТРИЧНИЙ КФК-2	18
3.1 Призначення	18
3.2. Технічні характеристики	19
3.3. Принцип дії фотоелектроколориметра	20
3.4. Основні складові частини фотоелектроколориметра	21
3.4.1. Складові оптичного блоку	21
3.5. Загальні вказівки щодо експлуатації приладу	23



Національний університет
водного господарства

3.6. Правила безпечної роботи із приладом	23
3.7. Визначення концентрації речовини в розчині	24
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	26



Національний університет
водного господарства
та природокористування



ВСТУП

Вимірювання мають велике значення в сучасному суспільстві. Вони дають змогу забезпечити взаємозамінність вузлів і деталей, вдосконалювати технологію, безпека праці та інших видів людської діяльності, якість продукції.

У метрології вирішуються такі основні завдання: розробка загальної теорії вимірювань одиниць фізичних величин та їх систем, розробка методів і засобів вимірювань, методів визначення точності вимірювань, основ забезпечення єдності й однаковості засобів вимірювань, еталонів та зразкових засобів вимірювань, методів передачі розмірів одиниць від еталонів та зразкових засобів вимірювань до робочих засобів вимірювань.

Рішення багатьох завдань метрології є важливим державної завданням. Наприклад, у багатьох країнах світу заходи щодо забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань встановлені законодавчо; узаконені одиниці вимірювань; регламентовано проведення регулярної повірки мір та вимірювальних приладів, що знаходяться в експлуатації; порядок випробувань та атестації знову випущених засобів вимірювань.

Після виконання лабораторної роботи студент повинен **знати:**

- задачі гідрохімічної лабораторії (ГХЛ), акредитаційною документацією на право проведення вимірювань;
- перелік основного обладнання та методик виконання вимірювань;
- конструктивний устрій, методику підготовки до роботи і калібрування ЗВТ у складі ГХЛ (іономіру, фотоколориметру, аналітичної ваги).

вміти:

- застосовувати методи вимірювань відповідно до поставленого завдання;
- складати звіт із лабораторної роботи.



1. УНІВЕРСАЛЬНИЙ ІОНОМІР ЕВ-74

1.1. Призначення приладу та діапазон застосування

Універсальний іономір ЕВ-74 призначений для визначення в комплекті з іоноселективними електродами активності одно- і двовалентних аніонів і катіонів (величини pX) у водних розчинах, активної реакції середовища pH , а також для вимірювання окислювально-відновних потенціалів (величини Eh) в цих же розчинах. Іономір може використовуватися також як високоомний мілівольтметр.

При роботі з блоком автоматичного титрування прилад може бути використаний для масового однотипного титрування.

Іономіром ЕВ - 74 можна проводити вимірювання як методом «відбору проб», так і *безпосередньо в лабораторних установках*.

1.2. Технічні і метрологічні характеристики

1) Межі вимірювання величини pX перетворювачем від мінус 1 до плюс 19 pX з діапазонами:

- 1...4 pX
- 4...9 pX
- 9...14 pX
- 14...19 pX

2) Межі вимірювання величини pX іономіром і вид іону визначаються типом застосованого в комплекті з іономіром вимірювального електрода.

Межі вимірювання величини Eh (e.p.c.) перетворювачем від мінус 100 до плюс 1900 мВ і від плюс 100 до мінус 1900 мВ з діапазонами:

- 100...400 мВ або 100...-400 мВ
- 400...900 мВ або -400...-900 мВ
- 900...1400 мВ або -900...-1400 мВ
- 1400...1900 мВ або -1400...-1900 мВ

і широким діапазоном -100...1900 мВ або 100...-1900 мВ.



1.3. Конструкція та принцип роботи

1.3.1. Загальні відомості

Для вимірювання активності одно- і двовалентних іонів в розчинах використовується електродна система з іоноселективними вимірювальними електродами і перетворювачем. Електрорушійна сила електродної системи е.р.с. залежить від активності відповідних іонів в розчині.

Значення $pX(pH)$ контролюваного розчину визначається вимірюванням е.р.с. електродної системи за допомогою перетворювача, шкала якого проградуйована в одиницях pH .

1.3.2. Принцип дії і схема перетворювача іономіру

Робота іономіру полягає у перетворенні е.р.с. електродної системи в постійний струм, який є пропорційним вимірюваній величині. Перетворення е.р.с. електродної системи в постійний струм здійснюється високоомним перетворювачем автокомпенсаційного типу.

Електрорушійна сила E_x електродної системи (рис.1.1) порівнюється з падінням напруги на опорі R , через який протікає струм підсилювача $I_{вих}$. Падіння напруги $U_{вих}$ на опорі R протилежне за знаком електрорушійній силі E_x і на вхід підсилювача подається напруга

$$U_{вих} = E_x - U_{вих} = E_x - I_{вих} \cdot R, \quad (1.1)$$

При достатньо великому коефіцієнті посилення напруга $U_{вих}$ мало відрізняється від е.р.с. електродної системи E_x і завдяки цьому струм, що протікає через електроди в процесі вимірювання, дуже малий, а струм $I_{вих}$, що протікає через опір, пропорційний е.р.с. електродної системи (тобто pX контролюваного розчину).

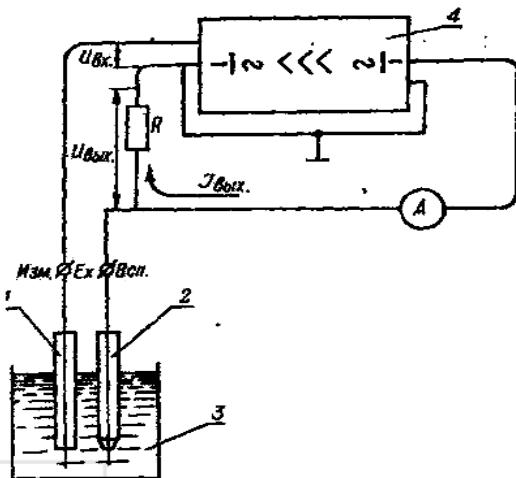


Рис. 1.1. Елементарна схема іономіру ЕВ-74

1 - вимірювальний електрод; 2 - допоміжний електрод; 3 - контрольований розчин; 4 - підсилювач

1.3.3. Конструкція іономіру ЕВ-74

Іономір складається з перетворювача, підставки, призначеної для кріплення електродів і установки посудин з контролльованим розчином.

Перетворювач

Загальний вигляд перетворювача і елементи його конструкції наведені на рис.1.2 та 1.3.На фронтальній панелі розташовуються органи оперативного керування і показуючий прилад 1. Органи заводського налаштування і регулювання 7 розташовані нижче фронтальної панелі.

На шкалі показуючого приладу є наступні оцифрування:
« -14 ... 19» - для вимірювання у широкому діапазоні;
«0...5» - для вимірювання на вузьких діапазонах.

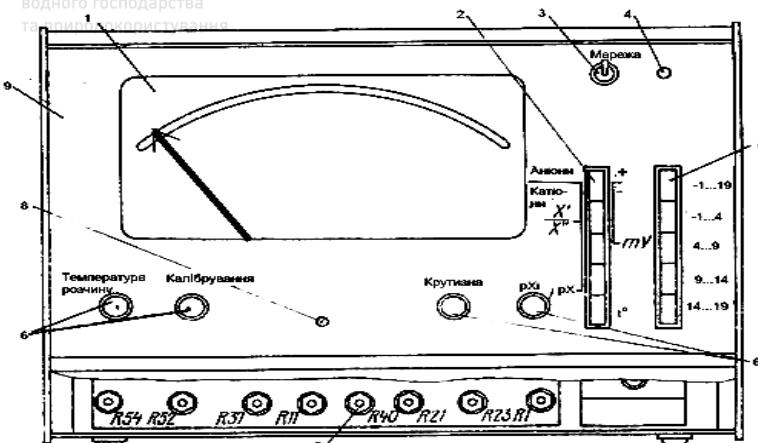


Рис. 1.2. Перетворювач (фронтальний вигляд):

1 - показуючий прилад; 2 - кнопки вибору роду роботи; 3 - вимикач мережі; 4 - віконце індикації включення; 5 - кнопки вибору діапазону вимірювання; 6 - ручки оперативного управління приладом; 7 - осі змінних резисторів заводського налаштування і регулювання приладу; 8 - коректор нуля; 9 - передня панель

До органів оперативного управління перетворювача відносяться:

- тумблер «СЕТЬ (мережа)», ручки змінних резисторів «КАЛИБРОВКА (Калібрування)», «КРУТИЗНА», « rX_i » і «ТЕМПЕРАТУРА РАСТВОРА (температура розчину)»;
- 5 кнопок - вибору роду роботи : «АНІОНИ / КАТИОНИ (+/-)», « X^I / X^{II} », «mV», « rX » і « t° »;
- 5 кнопок вибору діапазону вимірювання:
« -1...19 », « -1...4 », « 4...9 », « 9...14 », « 14...19 »;
- коректор показуючого приладу (Рис. 1.2).

Кнопка «АНІОНИ/КАТИОНИ (+/-)» дозволяє проводити вимірювання активності аніонів або позитивних потенціалів у віджатому і катіонів або негативних потенціалів в натиснутому положенні, кнопка « » — вимірювання активності одновалентних або двовалентних іонів, відповідно, у віджатому або натиснутому положенні; кнопки із



залежною фіксацією «mV», «рХ» и «t°» дозволяють включити прилад в режим мілівольтметра («mV»), іономіра («рХ»), або установки температури розчину при ручній термокомпенсації («t°»).

При настройці ручками, виведеними на передню панель, слід враховувати, що в приладі застосовані потенціометри з високою роздільною здатністю, які мають зони плавного і грубого регулювання.

Штатив

Підставка-штатив (рис.1.3) складається з основи, на якій закріплюється труба. На трубі закріплюються два кронштейни 8 і 9, які можуть регулюватися по висоті.

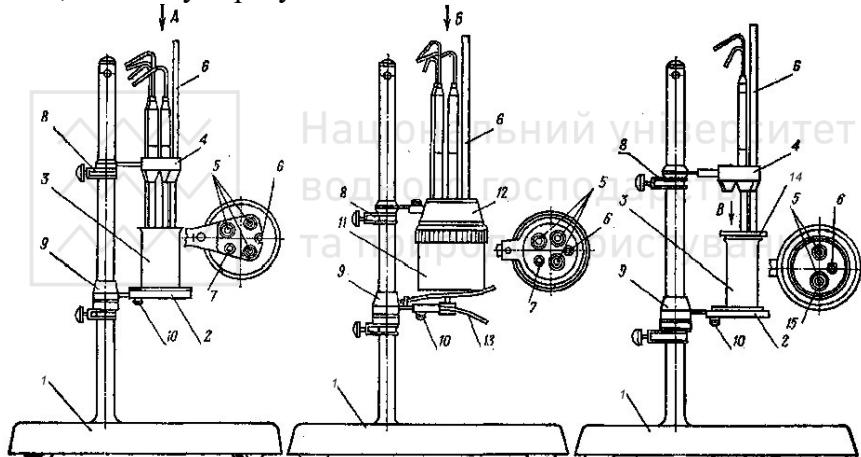


Рис. 1.3. Підставка в зборі (робоче положення):

а) вимірювання в хімічному стакані; б) вимірювання у термостійкій чарунці; в) мікровимірювання:

1 - підставка; 2 - стіл поворотний; 3 - хімічний стакан з розчином; 4 - утримувач; 5 - електроди; 6 - термометр; 7 - автоматичний термокомпенса-тор; 8 - кронштейн; 9 - кронштейн; 10 - затискний гвинт; 11 - термостатична комірка; 12 - утримувач; 13 - упор; 14 - кришка; 15 - електролітичний ключ



1.4. Техніка безпеки роботи з прладом

На кронштейні 8 закріплюються утримувачі електродів 4 або 12, останні служать кришкою термостатованої комірки. Кронштейн 9 може повертатися навколо вертикальної осі. На ньому закріплюються столик або упор термостатованої комірки.

Для того, щоб замінити розчин, необхідно підняти стаканчик і відвести столик убік.

Термостатована комірка виконана у вигляді двох циліндрових стаканів, порожнина між якими за допомогою двох штуцерів з'єднується гумовими шлангами з лабораторним термостатом.

1.5. Підготовка до роботи

Вибір вимірювальних електродів залежить від виду вимірюваного іону, меж і температури вимірювання. Підготовку електродів проводять відповідно до вказівок, викладених в паспортах на електроди.

Як електрод порівняння використовується допоміжний електрод ЕВЛ-1МЗ, який підключається до гнізда «ВСП». Автоматичний термокомпенсатор підключається до роз'єму «ТЕРМОКОМПЕНСАТОР».

При використанні електродів, чутливих до іонів калію або хлору, на допоміжний електрод встановлюється спеціальний електролітичний ключ, який заповнений спеціальним розчином.

Перевіряється та при необхідності встановлюється механічний нуль показуючого прладу. Перемикачі прладу встановлюються в положення « t° » и «1...19», після чого прлад включачється в мережу і прогрівається упродовж 30 хвилин.



1.6. Порядок роботи із іономіром

1.6.1. Загальні вказівки

1) При експлуатації приладу для його калібрування застосовують контрольні розчини. При вимірюванні pH у якості контрольних використовуються «стандартні буферні розчини» (надалі всі розчини будуть називатися *контрольними*).

УВАГА!!! Необхідно врахувати, що при тривалому зберіганні або багаторазовому використанні контрольні розчини втрачають свої властивості, тому необхідно працювати зі свіжоприготовленими розчинами.

2) Перед зануренням в розчин електроди необхідно промивати дистильованою водою, залишки води видаляти фільтрувальним папером.

3) У всіх випадках, коли вимірювання безпосередньо не проводиться, повинна бути натиснута кнопка « t° », при цьому перемикач «ТЕРМОКОМПЕНСАТОР» 15 (рис.1.3) повинен знаходитися в положенні «РУЧН.» або в положенні «АВТ».

4) Відлік показників слід проводити після встановлення стрілки-показчика, час якого залежить від буферної ємкості розчинів.

5) Температурна компенсація поширюється на всі діапазони вимірювання pH(pH).

1.6.2. Налаштування і вимірювання pH водного середовища

Перед вимірюванням pH іономір повинен бути налаштований на дану електродну систему по одній з викладених нижче методик.

Для налаштування необхідно мати три розчини:

- контрольний розчин А з мінімальним значенням pH і температурою 20°C;
- контрольний розчин В з максимальним значенням pH і температурою 20°C;



Налаштування іономіру проводять в такій послідовності:

а) вибирають тип температурної компенсації.

Температура розчину повинна вимірюватися і встановлюватися з точністю до 0,5°C;

б) електроди занурюють в розчин А і ручкою «КАЛИБРОВКА» встановлюють стрілку показуючого приладу на початкову відмітку на діапазоні « -1...4 »;

в) після промивання і видалення води з електродів їх занурюють в розчин В і ручкою «КРУТИЗНА» встановлюють стрілку-покажчик показуючого приладу на відмітку, яка відповідає різниці значень pH розчинів В і А на відповідному діапазоні

г) ручкою «КАЛИБРОВКА» встановлюють стрілку-покажчик показуючого приладу на значення, відповідне pH розчину В.

д) Вимірювання pH проводять наступним чином:

- слід помістити електродну пару (вимірювальний скляний та допоміжний електроди) та термометр в стакан з досліджуваним розчином.

- встановити за допомогою ручки-регулятора «ТЕМПЕРАТУРА» відповідні значення температури розчину на температурній шкалі приладу ЕВ-74 (при наявності термокомпенсатора температура виставляється автоматично).

- перемикач діапазонів вимірювання встановити в таке його положення, яке відповідає діапазону значення pH розчину і провести відлік показника за шкалою приладу.

2. ВАГА ЛАБОРОТОРНА РІВНОПЛЕЧНА 2 КЛАСУ МОДЕЛЬ ВЛР-200

2.1. Призначення

Вага лабораторна рівноплеча (ВЛР-200) є приладом 2-го класу точності, з дискретністю 0,05 г.



2.2. Технічні і метрологічні характеристики ВЛР-200

Таблиця 2.1.

Технічні характеристики ВЛР-200

Найменування параметрів	Значення параметрів
1	2
1. Найбільша маса зважування, г	200
2. Ціна поділки шкали, міліграм	1
3. Ціна поділки подільного пристрою, міліграм	0,05
4. Перевірочна ціна поділки, міліграм	0,5
5. Діапазон вимірювання маси за шкалою, міліграм	0-100
6. Похибка вимірювання маси за шкалою, міліграм, не більше	$\pm 0,15$
7. Варіація показників терезів з 5 вимірювань, міліграм, не більше	0,15
8. Похибка від неравноплечності коромисла, міліграм, не більше	2
9. Похибка зважування при будь-яких включеннях вбудованих гир, міліграм, не більше	$\pm 0,12$
10. Похибки зважування, що припускається, міліграм	$\pm 0,5$ $\pm 0,75$
11. Час заспокоєння коливань коромисла, с, не більше	25
12. Діапазон вимірювання маси за допомогою гирьового механізму, міліграм	100-900
13. Напруга живлення терезів змінним струмом частотою 50, гц, В	220
Припустиме відхилення напруги	від +10 до - 15%
14. Габаритні розміри терезів, мм, не більш	
14. Габаритні розміри терезів, мм, не більш	



Довжина	405
Ширина	310
Висота	445
15. Маса терезів, кг, не більше	12

2.3. Конструкція і принцип роботи

Вага моделі ВЛР-200 є рівноплечною з **поіменованою шкалою** і вбудованими гирями на неповне навантаження. Вага складається з основних вузлів, наведених на рис.2.1.

На нижньому кінці стрілки закріплена оптична шкала (21). На вантажопідйомні призми спираються подушкими сережки (7); на нижніх гачках сережок підвішенні стакани заспокоювачів коливань, на верхні гачки навішується вушка з підвіскою. Повітряні заспокоювачі коливань коромисла (4) складаються з двох корпусів — верхнього (стакана) і нижнього. Нижній корпус, закріплений на платі терезів, має подвійні стінки.

Включення ваги проводиться поворотом будь-якої з ручок у верхнє положення.

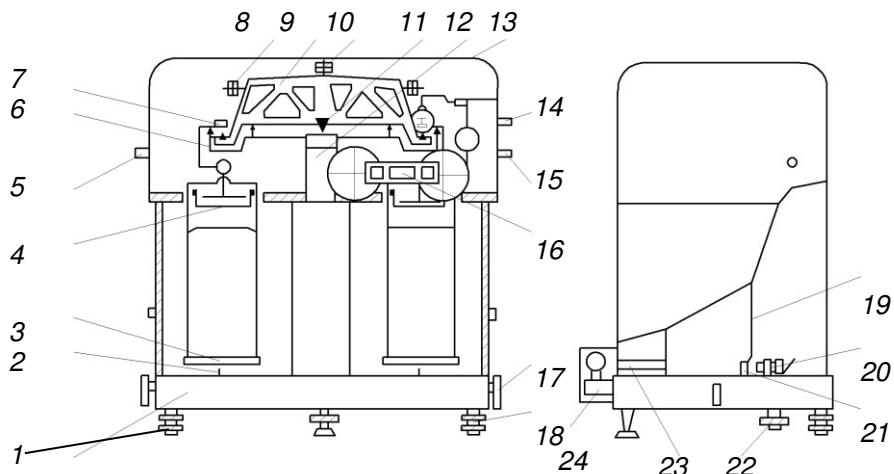


Рис.2.1. Схема ваги (модель ВЛР-200).



Умовні позначення до рис.2.1: 1 – підставка; 2 - аретир; 3 – дужка з підвіскою; 4 – заспокоювач коливань коромисла; 5 – ручка для регулювання нульового положення; 6 – кронштейн з важелями ізоліра; 7 – сережки; 8 – гвинти з тарировочними гайками; 9 – коромисла; 10 – гвинт з регулювальними гайками; 11 – опорна призма; 12 – прямокутна порожниста стійка; 13 – кокух; 14 – ручка гирьового механізму; 15 – ручка для установки відліку; 16 – дзеркало з екраном; 17 - ручка; 18 – установочні ніжки; 19 – стрілка-показчик; 20- об'єктив; 21 – оптична шкала; 22 – ручка налаштування показу; 23 – конденсатор; 24 – освітлювач

Оптичний пристрій призначений для проектування зображення шкали на екран. Він складається з освітлювача (24), конденсатора (23), об'єктиву (20), трьох дзеркал та екрану (16). Для зняття відліку за шкалою на екрані є відлікова відмітка у вигляді двох трикутників. Регулювання нульового положення шкали проводиться ручкою (5).

Включення (або виключення) підсвічування шкали проводиться за допомогою мікротимикача при включені (або включенні) терезів ручками (17).

Подільний пристрій дозволяє знімати відлік на вагах з точністю до 0,05 міліграма; відлік знімається з диска в правому вікні екрану. Схема розташування даних на екрані приведена на рис.2.2.

Диск поділювального пристрою поділений на 20 частин, які позначені цифровими знаками від «00» до «95» через 5 одиниць; повний оборот диска відповідає зміні відліку за шкалою на одну поділку (1 міліграм). Установка відліку проводиться ручкою (15).

ПРИКЛАД :

Відлік по лімбу
гирьового механізму

Відлік по
шкалі

Відлік по диску
подільного пристрою

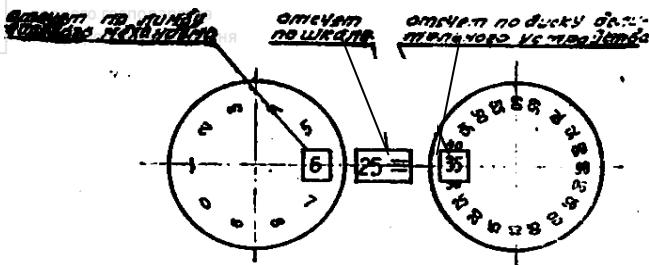


Рис.2.2 Шкала відліків

В лівому вікні екрану встановилася цифра 6 лімба гирьового механізму, в центральному вікні — відмітка числа 25 шкал і число 35 у вікні подільного пристрою, то сумарний відлік на екрані буде рівний 625,35 міліграм (або 0,62535 р.). Зверху вага повинна накриватися кожухом.

2.4. Підготовка до роботи приладу ВЛР-200

Після монтажу і регулювання необхідно провести визначення основних характеристик ваги.

Перевірку ваги слід починати не раніше, ніж через 12 годин після їх установки.

УВАГА! Рух людей біля робочого місця під час роботи ваги заборонений.

Включення ваги проводиться за 20 — 30 хв. до початку роботи.

Перед початком необхідно переконаєтесь в тому, що вага встановлена по рівню. Необхідно перевірити також правильність установки нульової шкали (відсутність вібрації на зображеній шкали на екрані).

Важливим є перевірите похибку вимірювання маси за шкалою в наступному порядку:

- а) встановить диск подільного пристрою на відмітку «30»;
- б) за допомогою гирьового механізму навісити кільцеву гирю 100 міліграм і врівноважити її гирею будь-якого класу масою 100 міліграм на лівій чашці терезів так, щоб положення



рівно ваги коромисла було в межах одної поділки від нульової відмітки шкали;

в) ручкою регулювання нуля (5) навести нульову відмітку шкали між трикутниками відлікової відмітки екрану;

г) за допомогою гирьового механізму зняти вбудовану гирю 100 міліграм;

д) ручкою роздільного пристрою (15) поставити відмітку «100» шкал у відлікову відмітку екрану і зняти відлік по диску роздільного пристрою.

є) відлік повинен знаходитися в інтервалі відміток від «15» до «45».

Методи і засоби перевірки викладено за ГОСТ 16820-71.

2.5. Порядок роботи з приладом

Перед початком роботи ручкою (15) встановити на відмітку «00» диску роздільного пристрою і ручкою (5) ввести нульову відмітку шкали у відлікову відмітку екрану. Поворотом ручки (17) поставити вагу в робоче положення.

Примітка. За відсутністю необхідності дотримання високої точності результату зважування ділильним пристроєм можна не користуватися, при цьому відлік знімають на екрані тільки по лімбу гирьового механізму та за шкалою.

Накладання і знімання накладних і вбудованих гир слід виконувати тільки в ізольованому положенні ваги. Введення ваги в робоче положення для уникнення розгойдування підвісок слід проводити плавним поворотом ручки (17), при цьому дверцята вітрин повинні бути закриті.

3. КОЛОРИМЕТР ФОТОЕЛЕКТРИЧНИЙ КОНЦЕНТРАЦІЙНИЙ КФК-2

3.1 Призначення

Колориметр фотоелектричний концентраційний КФК-2 призначений для вимірювання в окремих діапазонах довжин хвиль 315—980 нм, що виділяються світлофільтрами,



коефіцієнтів пропускання і оптичної густини розчинів, а також визначення концентрації речовин у розчинах методом побудови калібрувальних графіків.

Колориметр дозволяє проводити вимірювання коефіцієнтів пропускання розсіювальних суспензій, емульсій і колоїдних розчинів в світлі.

Колориметр застосовується на підприємствах водопостачання, в металургійній, хімічній, харчовій промисловості, в сільському господарстві, в медицині та інших галузях народного господарства.

Нормальними умовами роботи колориметру є:

- температура навколошнього середовища $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- відносна вологість повітря 45—80%;

3.2. Технічні характеристики

Спектральний діапазон роботи колориметру від 315 до 980 нм. Весь спектральний діапазон поділений на спектральні інтервали, що виділяються за допомогою світлофільтрів.

Межі припустимого на колориметрі коефіцієнтів пропускання від 100 до 1% (оптична густина від 0 до 2). Межі припустимого значення основної абсолютної похибки колориметру, що допускається, при вимірюванні коефіцієнтів пропускання становить $\pm 1\%$. Межа значення середньоквадратичного відхилення окремого спостереження, складає 0,3%.

Додаткова похибка колориметру від зміни напруги мережі на ± 22 В від номінального значення 220 В складає не більше 0,3. Додаткова похибка колориметру при зміні температури навколошнього середовища від 20 до 35°C і від 20 до 10°C не більше 0,3.

Робоча довжина кювет (набір кювет № 2), мм 50, 30, 20, 10, 5.

Приймачами випромінювання є:

- фотоелемент Ф-26 для роботи в спектральному діапазоні від 315 до 540 нм;



- фотодіод ФД-24К для роботи в спектральному діапазоні від 590 до 980 нм.

3.3. Принцип дії фотоелектроколориметра

Принцип дії фотоколориметра заснований на порівнянні інтенсивності світлового потоку I^o , який проходить крізь контрольний розчин, по відношенню до якого проводяться вимірювання, та інтенсивності послабленого світлового потоку I , який одночасно проходить крізь досліджуване кольорове або каламутне середовище.

Інтенсивність світлопоглинання вимірюють за допомогою величини

$$\Delta = \lg \left(\frac{I}{I_0} \right), \quad (3.1)$$

Ця величина називається оптичною густиною Δ (від латинського *densitas* – густина).

Співвідношення інтенсивності цих потоків може виражатися через коефіцієнт пропускання досліджуваного розчину

$$\tau = \frac{I}{I_0} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

На фотоелектроколориметрі це відношення визначається наступним чином.

- 1) спочатку в світловий пучок відповідної довжини хвилі розміщують кювету з розчинником або контрольним розчином.
- 2) змінюючи чутливість колориметру досягають, щоб відлік за шкалою коефіцієнтів пропускання колориметру дорівнював 100, або оптична густина поглинання дорівнювала 0.
- 3) потім в світловий пучок розміщають кювету з досліджуваним розчином.
- 4) отриманий відлік за шкалою оптичної густини колориметру відповідатиме вимірюваній величині оптичної густини Δ для досліджуваного розчину.



3.4. Основні складові частини фотоелектроколориметра

3.4.1. Складові оптичного блоку

Освітлювач; оправа з оптикою; світлофільтри; кюветне відділення; кюветоутримувач; фотометричний пристрій з підсилювачем постійного струму і елементами регулювання; реєструючий прилад.

Оsvітлювач

Конструкція механізму освітлювача забезпечує переміщення лампи в трьох взаємно перпендикулярних напрямках для правильної установки.

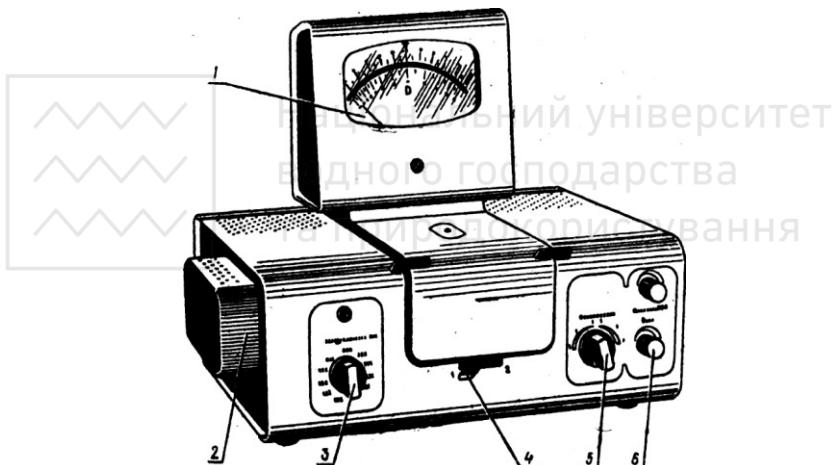


Рис. 3.1. Загальний вигляд фотоколориметру (вигляд спереду)

- 1 – мікроамперметр;
- 2 – захисний кожух лампи;
- 3 – перемикач довжини хвилі;
- 4 – ручка перемикання кювет;
- 5 – перемикач світлофільтрів;
- 6 – ручки налаштування чутливості (точно / грубо);
- 7 – кюветне відділення



Світлофільтри

Кольорові світлофільтри вмонтовані в диск. Довжина хвилі встановлюється ручкою 3 (рис 3.1). Робоче положення кожного світлофільтру фіксується.

Спектральні характеристики світлофільтрів наведені на в табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Світлофільтри колориметру

Маркування на диску	Маркування світлофільтру	Довжина хвилі, від максимуму пропускання, нм	Ширина смуги пропускання, нм
1	315	315 ± 5	35 ± 15
2	364	364 ± 5	25 ± 10
3	400	400 ± 5	45 ± 10
4	440	440 ± 10	40 ± 10
5	490	490 ± 10	35 ± 10
6	540	540 ± 10	25 ± 10
7	590	590 ± 10	30 ± 10
8	670	670 ± 5	20 ± 5
9	750	750 ± 5	20 ± 5
10	870	870 ± 5	25 ± 5
11	980	980 ± 5	25 ± 5

Кювети

До колориметру додається набір прямокутних кювет № 2. (по дві кювети кожного розміру).

Таблиця 3. 2.

Характеристика кювет №2

Робоча довжина кювети, мм	50	30	20	10	5
Об'єм, мл	20	14	9	5	2.3

Контрольні світлофільтри

Контрольні світлофільтри з коефіцієнтами пропускання, близькими до 80—90 і 15%, застосовуються при періодичній



3.5. Загальні вказівки щодо експлуатації приладу

1) При перемиканні світлофільтрів ручка 5 (рис.3.1) «ЧУТЛИВІСТЬ» повинна знаходитися в положенні «1», а ручка 6 — «УСТАНОВКА 100 ГРУБО» — в крайньому лівому положенні (мінімальна чутливість). Це зберігає від перевантаження реєструючий прилад і ймовірність його псування.

2) Установка механічного нуля реєструючого приладу повинна проводитися до включення колориметру в мережу живлення або не раніше однієї години після його виключення.

3) Вимірювання на колориметрі слід проводити при температурі навколошнього середовища від 10 до 35°C.

4) Робочі поверхні кювет необхідно перед кожним вимірюванням ретельно протирати спиртом.

УВАГА!!! При установці кювет в кюветотримач не можна торкатися пальцями робочих ділянок поверхонь (нижче за рівень рідини в кюветі).

5) Наливати рідину в кювети необхідно до відмітки.

УВАГА!!!: Неможна нахиляти кювету з рідиною при установці в кюветотримач.

6) Після зміни світлофільтру і при витримці колориметру при відкритій кришці кюветного відділення упродовж тривалого часу (більше 5 хв.) вимірювання слід починати після п'ятихвилинного засвічування фотоприймача.

3.6. Правила безпечної роботи із приладом

Робота на колориметрі повинна проводитися в чистому приміщенні, вільному від пилу, пари кислот і лугів. Поблизу колориметру не повинні розташовувати громіздких виробів, що створюють незручності в роботі.

Всі роботи, які пов'язані із зміною до електричних частин колориметру (заміна ламп, заміна несправних деталей) повинні проводитися після від'єднання колориметру від



електромережі. Під час експлуатації колориметр має бути надійно заземлений.

3.7. Визначення концентрації речовини в розчині

При визначенні концентрації речовини в розчині слід дотримуватися наступної послідовності в роботі:

- вибрати світлофільтр;
- вибрати кювету;
- побудувати градуювальну криву для даної речовини;
- визначити оптичну густину досліджуваного розчину і визначити концентрацію речовини в розчині (за попередньо побудованим калібрувальним графіком, з врахуванням кратності розбавлення).

1) Вибір світлофільтру

Наявність в колориметрі вузла світлофільтрів і набору кювет дозволяє підібрати таке їх поєднання, при якому похибка у визначенні концентрації буде найменшою.

Для дослідження найменшої похибки у визначенні концентрації необхідно правильно вибрати числове значення довжини хвилі світлового потоку, що проходить крізь світлофільтр, і на якій буде виконуватись вимірювання оптичної густини. При цьому довжина хвилі приймається такою, при якій оптична густина досліджуваного розчину має максимальне значення.

2) Вибір кювети

Попередній вибір кювет проводиться візуально у відповідності з інтенсивністю забарвлення розчину. Якщо розчин інтенсивно забарвлений (темний), слід користуватися кюветами з малою робочою довжиною. У разі слабко забарвлених розчинів рекомендується працювати з кюветами з великою робочою довжиною.

Абсолютна похибка вимірювання оптичної густини не перевищує 0,5% .



Національний університет

водного господарства

та природокористування

Відносна похибка вимірювання досягає мінімуму у разі значення оптичної густини, що дорівнює 0,4. Тому в процесі роботи з пристроям рекомендовано шляхом відповідного вибору довжини кювети працювати в межах діапазону оптичної густини від 0,3 до 0,6.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бабко А.К., Пилипенко А. Т. Фотометрический анализ. Общие сведения и аппаратура. Под.ред. акад.АН УССР Бабко А. К. М. : Изд. ХИМИЯ, 1968. 386 с.
2. Весы лабораторные равноплечие 2 класса модели ВЛР-200г. Паспорт.
3. Головко Д. Б., Рего К. Г., Скрипник Ю. О. Основи метрології та вимірювань: Навчальний посібник. К. : Либідь, 2001. 408 с.
4. ДСТУ 4077-2001. Якість води. Визначення pH (ISO 10523:1994, MOD). К. : Державний Комітет України з питань регулювання та споживчої політики, 2003. 12 с.
5. Калориметр фотоелектрический концентрационный КФК-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
6. Камінський Б. Т., Камінський Д. Б., Федишин Б. М. Хімія води і водних розчинів. Житомир : ЖТП, 2000. 417 с.
7. КНД 211.1.4.039-95 Охорона навколошнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Метрологічне забезпечення. Методики гравіметричного визначення завислих (сусpenдованих) речовин в природних і стічних водах. К. : Державний Комітет України з питань регулювання та споживчої політики, 1998. 9 с.
8. Универсальный иономер ЭВ-74. Технический паспорт. Инструкции по подготовке к работе, калибровке и поверке, 1981.

Інтернет ресурси:

URL: <http://www.twirpx.com/file/287281/>

URL: <https://www.pharmacyencyclopedia.com.ua/>

URL: <http://www-chemistry.univer.kharkov.ua>