

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Навчально-науковий енергетики, автоматики та  
водного господарства  
Кафедра водної інженерії та водних технологій

**01-01-68М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних занять і самостійної роботи  
з навчальної дисципліни «Метрологія і стандартизація»  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійною програмою  
«Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні  
технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво,  
водна інженерія та водні технології»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з якості  
з якості ННІ ЕАВГ  
Протокол № 4 від 17.12.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до лабораторних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Метрологія і стандартизація» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Козішкурт С. М., Турченко В. О., Волк П. П. – Рівне : НУВГП, 2024. – 31 с.

Укладачі:

Козішкурт С. М., к.т.н, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій;

Турченко В. О., д.т.н., завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій;

Волк П. П., д.т.н., професор кафедри водної інженерії та водних технологій.

Відповідальний за випуск: Турченко В. О., д.т.н., завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій.

Керівник (гарант) освітньої програми :

Клімов С. В.

© С. М. Козішкурт, В. О. Турченко,  
П. П. Волк, 2024

© Національний університет  
водного господарства та  
природокористування, 2024

## ЗМІСТ

Передмова.....	4
Лабораторна робота 1. Вимірювання основних метеорологічних характеристик. Встановлення похибки вимірювань.....	5
Лабораторна робота 2. Робота з універсальними засобами вимірювання .....	8
Лабораторна робота 3. Вивчення будови та принципу роботи приладів для визначення вологості ґрунту.....	11
Лабораторна робота 4. Вивчення будови та принципу дії багатофункціональних приладів для визначення показників ґрунту.....	15
Лабораторна робота 5. Визначення коефіцієнта фільтрації та вологоємності ґрунту.....	17
Лабораторна робота 6. Вивчення будови та принципу роботи приладів для визначення мінералізації води.....	21
Лабораторна робота 7. Вивчення будови та принципу дії багатофункціональних приладів для визначення показників якості води .....	24
Підготовка та захист звітів лабораторних робіт.....	27
Самостійна робота .....	28
Рекомендована література .....	30

## Передмова

Методичні вказівки підготовлені відповідно до силабусу навчальної дисципліни «Метрологія і стандартизація» та освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» першого (бакалаврського) рівня спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» (2024 рік).

Вказівки містить теоретичний матеріал та лабораторні завдання, необхідні для засвоєння основних понять, принципів і методів метрології та стандартизації, які широко застосовуються у сучасній інженерній практиці водогосподарського напрямку.

Мета методичних вказівок – сформувати у студентів системні знання про метрологічні основи вимірювань, стандартизацію та сертифікацію, а також навички застосування цих знань для вирішення практичних задач у галузі гідротехнічного будівництва.

Виконання лабораторних робіт і самостійних завдань, передбачених цими методичними вказівками, дозволить студентам закріпити теоретичні знання, отримати практичні навички роботи з вимірювальним обладнанням, а також розвинути вміння аналізувати результати вимірювань і робити висновки.

Методичні вказівки містять методики проведення розрахунків, довідкові та нормативні відомості, які необхідні при виконанні лабораторної чи самостійної роботи.

## Лабораторна робота 1.

### Вимірювання основних метеорологічних характеристик. Встановлення похибки вимірювань

**Мета лабораторної роботи:** ознайомлення із методами вимірювання основних метеорологічних характеристик. Порівняння отриманих даних і встановлення похибок вимірювань.

**Завдання лабораторної роботи:** провести вимірювання основних метеорологічних характеристик (температури, вологості, атмосферного тиску, швидкості вітру) за допомогою різних типів приладів. Провести порівняння результатів, отриманих різними приладами. Встановити похибки вимірювань.

#### Теоретичні відомості.

**Температура** є одним із основних факторів, що визначають кліматичні умови. Температура – це міра середньої кінетичної енергії молекул речовини. Для її вимірювання використовують термометри, які базуються на зміні фізичних властивостей речовини залежно від температури (наприклад, розширення рідини, зміна електричного опору, рис. 1).



Рис. 1. Прилади для вимірювання температури

**Вологість повітря** характеризує вміст водяної пари в повітрі. Відносна вологість – це відношення кількості водяної пари в повітрі до максимальної кількості водяної пари, яку може вмістити повітря при даній температурі. Для вимірювання вологості використовують психрометри та гігрометри (рис. 2, п. 1, 2, 3).



1



2



3

Рис. 2. Прилади для вимірювання вологості повітря: 1 - психрометр ВІТ-1 0-25; 2 – барометр-гігрометр БМ 2; 3 - гігрометр ТФА

**Атмосферний тиск** – це сила, з якою атмосфера тисне на одиницю площі земної поверхні. Атмосферний тиск впливає на багато кліматичних процесів і вимірюється за допомогою барометрів (ртутних, анероїдних, електронних, рис. 2, п. 2).

**Швидкість вітру** – це векторна величина, яка характеризує швидкість руху повітря відносно земної поверхні. Швидкість вітру впливає на розподіл температури та вологості. Для її вимірювання використовуються анемометри (крильчасті, чашкові, ультразвукові).

**Метеостанція MISOL WH1080** – це сучасний прилад, призначений для вимірювання основних метеорологічних параметрів: температури повітря, відносної вологості, атмосферного тиску, швидкості і напрямку вітру, кількості опадів (рис. 3).



Рис. 3. Метеостанція MISOL WH1080

Метеостанція складається з метеорологічного сенсора, який встановлюється на вулиці, і дисплея, на якому відображаються отримані дані: швидкість вітру, напрямок, кількість опадів, атмосферний тиск, температура та вологість повітря (зовні та в приміщенні), а також відображаються параметри з розрахунковими даними: індекс холоду та тепла, точка роси (табл. 1).

Таблиця 1

Технічні характеристики метеостанції MISOL WH1080

Відстань передачі даних	до 100 метрів
Діапазон вимірювання температури зовні	-40...60°C
Діапазон вимірювання температури в приміщенні	0...50°C
Діапазон вимірювання вологості	10...99%
Кількість опадів	0...9999 мм
Швидкість вітру	0...50 м/с
Напрямок вітру	0...359 градусів
Діапазон вимірювання тиску повітря	300...1100 гПа

**Прилади та обладнання:** різні типи термометрів, гігрометрів, барометрів, анемометрів, метеостанція MISOL WH1080.

**Хід роботи.**

1. Вивчіть теоретичні відомості про метеорологічні параметри та принципи роботи метеорологічних приладів.
2. Виміряйте температуру різними типами термометрів.
3. Виміряйте вологість різними приладами.
4. Виміряйте атмосферний тиск різними приладами.
5. Зніміть дані з метеостанції MISOL WH1080.
6. Отримані дані зведіть у табличну форму (табл. 2). Знайдіть середнє значення. Розрахуйте похибку вимірювань.

**Контрольні запитання.**

1. Які типи термометрів ви знаєте? Який принцип роботи?

2. Які прилади вимірюють відносну вологість? Як працює психрометр?
3. Які типи барометрів ви знаєте? Який принцип роботи?
4. Які основні метеорологічні параметри вимірює метеостанція MISOL WH1080?
5. Які фактори впливають на точність вимірювань?

Таблиця 2

Вимірювання основних метеорологічних характеристик різними приладами

Прилад	Температура, °С	Вологість, %	Атмосферний тиск, мм рт. ст.	Швидкість вітру, м/с
Середнє значення				
Похибка вимірювань				

## Лабораторна робота 2.

### Робота з універсальними засобами вимірювання

**Мета лабораторної роботи:** ознайомитися з конструкцією, принципом роботи та особливостями універсальних засобів вимірювання. Навчитися правильно вибирати інструмент для конкретного вимірювання та проводити вимірювання лінійних розмірів з необхідною точністю.

**Завдання лабораторної роботи:** вивчити будову та принцип дії штангенциркуля, мікрометра, мікрометричного рівнеміра. Ознайомитися з правилами користування вимірювальними інструментами. Провести вимірювання лінійних розмірів різних об'єктів із використанням різних інструментів. Обробити результати вимірювань та зробити висновки.



## Теоретичні відомості.

Універсальні засоби вимірювання призначені для вимірювання різних лінійних розмірів. До них відносяться штангенциркуль, мікрометр, мікрометричний рівнемір.

**Штангенциркуль** – це універсальний вимірювальний інструмент, який використовується для точного вимірювання лінійних розмірів деталей: довжини, ширини, товщини, внутрішніх і зовнішніх діаметрів. Штангенциркуль складається з двох ножок, рухомої губки, нерухомої губки та лінійки з ноніусом. Забезпечує точність вимірювання до 0,1 мм (рис. 4).

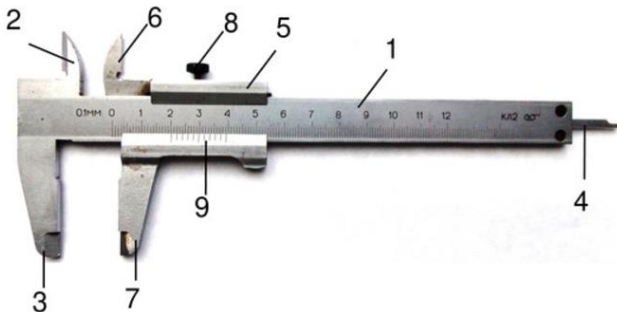


Рис. 4. Штангенциркуль з ноніусом: 1 – штанга, 2 – нерухома верхня губка, 3- нерухома нижня губка, 4 – глибиномір, 5 – рамка, 6 – рухома верхня губка, 7 - рухома нижня губка, 8 – затискний гвинт, 9 - ноніус

Мікрометр – це високоточний вимірювальний інструмент, який використовується для визначення лінійних розмірів деталей (рис. 5). Мікрометр складається з мікрогвинта, барабана, стопора, ноніуса. Мікрометр дозволяє вимірювати розміри з точністю до 0,01 мм.

Мікрометричний рівнемір (тастер) – це прилад, який використовується для вимірювання рівня води в каналах або резервуарах (рис. 6). Для точного встановлення рівнеміру використовується колесико (гвинтовий механізм), який дозволяє опускати або піднімати гострий кінець рівнеміру до моменту торкання водної поверхні. Забезпечує точність вимірювання до 0,1 мм.



Рис. 5. Мікрометр: 1 – скоба, 2 – п'ятка, 3 – мікрометричний гвинт, 4 – стопор, 5 – стебло, 6 – барабан, 7 – корпус тріскачки



Рис. 6. Мікрометричний рівнемір (тастер)

**Прилади та обладнання:** штангенциркуль, мікрометр, мікрометричний рівнемір.

**Хід роботи.**

1. Ознайомтеся з будовою та принципом дії кожного інструменту.

2. Виберіть відповідний інструмент для вимірювання кожного об'єкта залежно від необхідної точності.

3. Виконайте кілька вимірювань кожного розміру і запишіть результати в таблицю 3.

4. Обчисліть середнє значення кожного вимірювання та визначте абсолютну та відносну похибки.

5. Проаналізуйте отримані дані та зробіть висновки про точність вимірювань та вибір інструментів.

Таблиця 3

Вимірювання різних показників універсальними засобами вимірювання

Засіб вимірювання	Об'єкт для вимірювання	Результати вимірювань, мм	Середнє значення, мм	Похибка абсолютна, мм	Похибка відносна, %

**Контрольні запитання.**

1. Які універсальні засоби вимірювання ви знаєте?
2. Яка точність вимірювання штангенциркуля та мікрометра?
3. Для чого використовується мікрометричний рівнемір?
4. Які правила безпеки слід дотримуватися при роботі з вимірювальними інструментами?
5. Як впливає точність вимірювань на якість виготовлених деталей?

**Лабораторна робота 3.**

**Вивчення будови та принципу роботи приладів для визначення вологості ґрунту**

**Мета лабораторної роботи:** ознайомлення з будовою та принципом дії приладів для визначення вологості ґрунту. Освоєння методик вимірювання вологості ґрунту різними методами та аналіз отриманих результатів.

**Завдання лабораторної роботи:** ознайомитися з основними методами визначення вологості ґрунту. Вивчити будову, принцип дії та правила користування приладами для вимірювання вологості ґрунту. Провести вимірювання вологості ґрунту. Здійснити аналіз результатів, встановити похибки вимірювань.

### **Теоретичні відомості.**

**Вологість ґрунту** є важливою характеристикою, що визначає його фізичні, хімічні та біологічні властивості. Вона впливає на процеси росту та розвитку рослин, а також на ґрунтові мікроорганізми. Вимірювання вологості ґрунту є важливим аспектом у сільському господарстві, меліорації та дослідженнях ґрунтів.

Найбільш поширені методи вимірювання вологості ґрунту.

**Гравіметричний метод** заснований на визначенні втрати маси зразка ґрунту після його висушування до постійної маси (рис. 7). Різниця у масі вказує на кількість води в зразку.



Рис. 7. Сушильна шафа (вакуумна) VT 6025 Thermo Scientific

**Електромагнітний метод** базується на вимірюванні електропровідності ґрунту, яка залежить від його вологості. Спеціальні датчики вимірюють електричний опір ґрунту, а за допомогою калібрувальних кривих визначається вміст вологи.

**Тензіометричний метод** дозволяє виміряти силу, з якою ґрунт утримує воду. Тензіометр складається з керамікового накопичувача, заповненого водою, і вакуумметра (рис. 8). Вода з накопичувача випаровується в сухий ґрунт, створюючи вакуум, який вимірюється. За величиною вакууму можна судити про вологість ґрунту.



Рис. 8. Тензіометр стандартний AQUAMETER ECO T

**Нейтронний метод** використовується для вимірювання вологості в досить великих об'ємах ґрунту. Прилад випускає швидкі нейтрони, які сповільнюються при зіткненні з атомами водню (водою). За кількістю сповільнених нейтронів можна оцінити вміст води в ґрунті.

**Кондуктометричний метод** базується на принципі, що електрична провідність ґрунту прямо пропорційна вмісту в ній води. Чим більше води, тим вища провідність. Сучасні найбільш вживані вологоміри зображені на рис. 9.



Рис. 9. Вологоміри ґрунту: 1 – Walcom MC-7828SOIL; 2 – Misol WH-0291S-1; 3 – Walcom PMS-710

**Безконтактні методи** дозволяють визначити рівень вологості в ґрунті без прямого контакту з ним. Ці методи зазвичай використовують фізичні властивості води. Датчики вимірюють

зміни в цих властивостях, які відбуваються при зміні вологості ґрунту. Основні типи безконтактних методів: радіохвильові, мікрохвильові, інфрачервоні, термометричні.

**Дистанційне зондування.** Супутникові знімки та аерофотознімки дозволяють оцінити вологість ґрунту на великих площах. Цей метод використовується для моніторингу посух, повеней та інших природних явищ.

**Прилади та обладнання:** вологомір Walcom PMS-710, вологомір Walcom MC-7828SOIL, вологомір з безпроводним датчиком MISOL WH-0291S-1, ємності з сухим, вологим і мокрим ґрунтом.

### **Хід роботи.**

1. Вивчіть основні методи вимірювання вологості ґрунту.
2. Підготуйте ємності з ґрунтом різної вологості (сухий, вологий, мокрий ґрунт).
3. Виміряйте вологість ґрунту вологомірами Walcom PMS-710, Walcom MC-7828SOIL. Вставте зонд приладів по черзі у зразок ґрунту на задану глибину. Зніміть показання з дисплея.
4. Виміряйте вологість ґрунту вологоміром MISOL WH-0291S-1. Вставте бездротовий датчик в зразок ґрунту. Зніміть показання з дисплея основного блоку.
5. Отримані дані зведіть у табличну форму (табл. 4). Знайдіть середнє значення. Розрахуйте похибку вимірювань.

Таблиця 4

### Вимірювання вологості ґрунту

Прилад \ Зразок ґрунту	Сухий, %	Вологий, %	Мокрий, %
Walcom PMS710			
Walcom MC-7828SOIL			
MISOL WH-0291S-1			
Середнє значення			
Відносна похибка вимірювань, %			

## Контрольні запитання

1. Що таке вологість ґрунту і чому її важливо вимірювати?
2. Які основні методи вимірювання вологості ґрунту ви знаєте?
3. Опишіть принцип роботи кондуктометричного методу.
4. Які фактори можуть впливати на точність вимірювання вологості ґрунту?

## Лабораторна робота 4.

### Вивчення будови та принципу дії багатофункціональних приладів для визначення показників ґрунту

**Мета лабораторної роботи:** ознайомитися з будовою та принципами дії сучасних аналізаторів ґрунту, навчитися визначати основні показники ґрунту.

**Завдання лабораторної роботи:** вивчити будову та принципом дії приладів для вимірювання параметрів ґрунту Soil Tester JHL9918 та DL-1835. Виконати вимірювання рН, вологості, температури та освітленості ґрунту. Порівняти результати, отримані за допомогою різних приладів.

#### Теоретичні відомості.

**Soil Tester JHL9918** – багатофункціональний прилад для вимірювання таких параметрів ґрунту (рис. 10, п. 1):

- кислотність ґрунту (рН),
- вологість ґрунту,
- температура ґрунту,
- інтенсивність світла (кількість сонячного світла, що впливає на фотосинтез та розвиток рослин).

**DL-1835** – цифровий аналізатор ґрунту, що вимірює такі показники (рис. 7, п. 2):

- кислотність ґрунту (рН),
- NPK (вміст азоту, фосфору та калію),
- температура ґрунту.

**Прилади та обладнання:** аналізатор ґрунту Soil Tester JHL9918, цифровий аналізатор параметрів ґрунту DL-1835, зразки ґрунту для досліджень.



Рис. 10. Аналізатори ґрунту: 1 – Soil Tester JHL9918, 2 –DL-1835

### Хід роботи.

1. Ознайомтеся з інструкцією кожного приладу.
2. Проведіть вимірювання за допомогою приладу Soil Tester JHL9918: показник рН, вологість, температура та інтенсивність світла зразка ґрунту.
3. Проведіть вимірювання за допомогою приладу DL-1835: показник рН, NPK (вміст азоту, фосфору та калію), температура зразка ґрунту.
4. Занести дані в таблицю (табл. 5). Проаналізуйте результати, порівняйте з оптимальними показниками для кожного параметра.

Таблиця 5  
Вимірювання основних показників ґрунту

Зразок ґрунту	Показник	Soil Tester JHL9918	DL-1835
	рН		
	NPK		
	вологість		
	температура		
	освітленість		



### **Контрольні запитання.**

1. Які основні параметри ґрунту вимірюють прилади Soil Tester JHL9918 та DL-1835?
2. Як принцип роботи Soil Tester JHL9918 відрізняється від принципу роботи DL-1835?
3. Яке значення мають виміряні параметри для росту рослин?
4. Як часто рекомендується проводити аналіз ґрунту за допомогою цих приладів?
5. Які фактори можуть вплинути на точність вимірювань?

### **Лабораторна робота 5.**

#### **Визначення коефіцієнта фільтрації та вологості ґрунту**

**Мета лабораторної роботи:** ознайомлення з методикою визначення коефіцієнта фільтрації ґрунту та вологості. Вивчення процесів фільтрації води через ґрунт і розрахунок основних характеристик водопроникності ґрунту.

**Завдання лабораторної роботи:** визначити коефіцієнт фільтрації ґрунту за допомогою приладу КФ-02. Розрахувати вологості ґрунту. Провести аналіз отриманих результатів.

#### **Теоретичні відомості.**

Коефіцієнт фільтрації характеризує здатність ґрунту пропускати воду під впливом гравітаційних сил.

**Прилад КФ-02** призначений для визначення коефіцієнта фільтрації ґрунтів з порушеною та непорушеною структурою. Розглянемо його будову:

- два металеві телескопічні циліндри – зовнішній і внутрішній, у який наливається вода для змочування зразка. Надлишок води зливається через пази зовнішнього циліндра;
- сітчасте дно утримує нижню латунну сітчасту кришку і ріжучий циліндр, яким відбирають зразок ґрунту;
- латунна сітка і кришка з пружинами розташовані на верхньому торці ріжучого циліндра;

- мірна колба з увігнутими всередину краями, що дозволяє підтримувати постійний рівень води (1...2 мм) над ґрунтом. Шкала на колбі має ціну поділки 1 мл (1 см<sup>3</sup>).

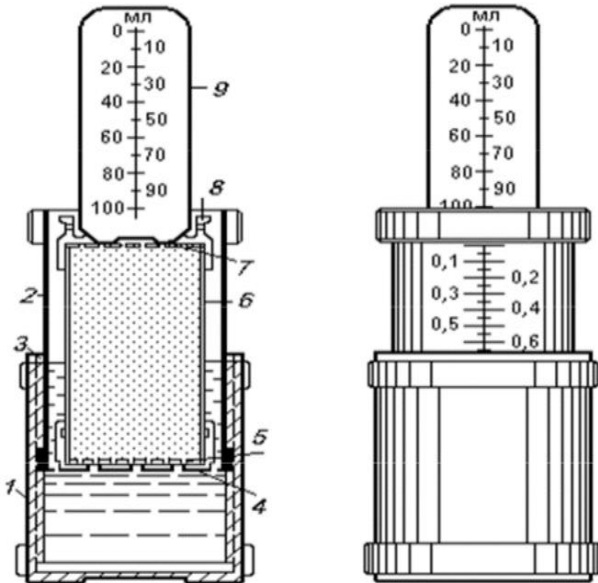


Рис. 11. Прилад для визначення коефіцієнту фільтрації ґрунту КФ-02:

1 – зовнішній циліндр (корпус); 2 – внутрішній циліндр; 3 – пази для зливу води; 4 – сітчасте дно, 5 – сітчаста кришка; 6 – ріжучий циліндр; 7 – латунна сітка, 8 – пружини, 9 – колба Маріотта

**Вологоємність ґрунту** – це максимальна кількість води, яку може утримувати ґрунт у стані повного насичення. Виражається у відсотках від маси сухого ґрунту.

Вологоємність ґрунту є важливою характеристикою, що визначає здатність ґрунту акумулювати вологу для рослин і регулювати водний баланс у природі. Цей показник має значення для планування меліоративних заходів і управління водними ресурсами в агротехніці.

**Прилади та обладнання:** прилад для визначення коефіцієнта фільтрації КФ-02, зразок ґрунту, термометр, ваги, секундомір, вода.

**Хід роботи.**

1. Підготуйте лабораторну установку для фільтрації. Для відбору зразка з непорушеною структурою ріжучий циліндр вдавіть у моноліт піску, підріжте ножем і вийміть. Перед відбором на нижній край циліндра встановіть сітчасте дно.

2. Встановіть циліндр із піском у посудину з водою так, щоб вода покривала дно циліндра. Дочекайтеся, поки вода повністю просочить ґрунт, що видно за зміною його кольору у верхньому торці. Злийте залишкову воду з посудини.

3. Помістіть латунну сітку на верхній торець ґрунту і надягніть кришку з пружинами. Наповніть мірну колбу водою, затисніть отвір пальцем, переверніть її та встановіть у муфту. Шийка колби має торкатися сітки, забезпечуючи постійний рівень води над ґрунтом (1...2 мм).

4. Запустіть секундомір. Вимірюйте протягом 100-200 секунд. Фіксуйте рівень води в мірній колбі на початку та наприкінці вимірювання. Обчисліть об'єм води, що профільтрувалася.

5. Розрахунок коефіцієнта фільтрації визначте за формулою

$$K_{10} = \frac{Q \cdot 864}{F \cdot r}$$

де  $K_{10}$  – коефіцієнт фільтрації за температури води 10°C, м/добу;  $Q$  – витрата води, см<sup>3</sup>/с, визначається як об'єм профільтрованої води  $V$  (см<sup>3</sup>) поділений на час фільтрації  $t$  (с);  $F$  – площа поперечного перерізу ріжучого циліндра, см<sup>2</sup> (25 см<sup>2</sup>); 864 – перехідний коефіцієнт для переведення см/с у м/добу (864=86400/100);  $r$  – температурна поправка, що враховує вплив температури на в'язкість води, обчислюється як

$$r = -0,7 + 0,03 \cdot T,$$

де  $T$  – температура води, °C.

Розрахунки коефіцієнта фільтрації виконайте в табличній формі (табл. 6).

Таблиця 6

Визначення коефіцієнта фільтрації

№ дос-ліду	Час $t$ , с	Об'єм про-фільтров. води $V$ , см <sup>3</sup>	Витрата води $Q$ , см <sup>3</sup> /с	Темпера-тура води $T$ , °С	Попра-вка $r$	Коефіцієнт фільтрації $K_{10}$ , м/добу
1						
2						
3						

6. Визначення вологості ґрунту. Зважте сухий зразок ґрунту. Замочіть його у воді до повного насичення. Вийміть зразок з води, дайте воді стекти, знову зважте.

7. Визначте масу води, яка утримується ґрунтом, і розра-хуйте вологості за формулою

$$W = \frac{m_{вл} - m_{сух}}{m_{сух}} \cdot 100,$$

де  $W$  – вологості ґрунту, %;  $m_{вл}$  – маса зразка ґрунту у воло-гому стані, г;  $m_{сух}$  – маса зразка ґрунту у сухому стані, г.

8. Визначення вологості зведіть у табличній формі (табл. 7).

Таблиця 7

Визначення вологості

Зразок ґрунту	$m_{вл}$ , Г	$m_{сух}$ , Г	Вологості $W$ , %

### **Контрольні запитання**

1. Що таке коефіцієнт фільтрації ґрунту?
2. Від чого залежить значення коефіцієнта фільтрації?
3. Як визначається вологоємність ґрунту?
4. Які властивості ґрунту впливають на його вологоємність?
5. Як впливає гранулометричний склад на фільтраційні властивості ґрунту?

### **Лабораторна робота 6.**

#### **Вивчення будови та принципу роботи приладів для визначення мінералізації води**

**Мета лабораторної роботи:** ознайомлення з методами та засобами вимірювання мінералізації води.

**Завдання лабораторної роботи:** вивчити основні методи визначення мінералізації води. Ознайомитися з будовою та принципом дії приладів, призначених для вимірювання мінералізації води. Виконати вимірювання мінералізації зразків води за допомогою TDS-метра. Обчислити похибку вимірювань та проаналізувати точність отриманих результатів.

#### **Теоретичні відомості.**

**Мінералізація води** – це загальна кількість розчинених солей у воді, яка визначається через вимірювання електропровідності або хімічний аналіз. Вона є важливим показником якості води для питного, технічного і сільськогосподарського використання.

Мінералізація виражається в міліграмах на літр (мг/л) або частках на мільйон (ppm).

#### **Методи вимірювання мінералізації:**

- гравіметричний метод полягає у випаровування води та зважування залишку розчинених солей;
- титрометричний метод полягає у визначенні концентрації окремих іонів шляхом титрування;
- кондуктометричний метод полягає у вимірюванні електропровідності води, яка корелює з мінералізацією.

**TDS-метр** – прилад, який використовується для прямого вимірювання мінералізації, тобто загальної кількості розчинених твердих речовин (TDS) у воді (рис. 11). Принцип його роботи полягає у вимірюванні електропровідності розчину та перетворенні отриманих даних у значення TDS.

Якість води за показником TDS наведена у таблиці 8.



Рис. 11. TDS-метр (солемір)

Таблиця 8

Якість води за показником TDS

Показник TDS, ppm (1 мг/л)	Опис	Приклади джерел води
0...50	дуже низький вміст розчинених речовин. Вода практично дистильована, без смаку	дистильована вода, деякі природні джерела в гірських районах
50...150	низький вміст розчинених речовин. Вода м'яка, приємна на смак	більшість природних джерел
150...300	середній вміст розчинених речовин. Типова якість для багатьох водопроводів	водопровідна вода, вода зі свердловин
300...600	високий вміст розчинених речовин. Вода має солонуватий або содовий присмак	вода з деяких свердловин, мінеральні води
>600	дуже високий вміст розчинених речовин	морська вода, стічна вода

**Прилади та обладнання:** TDS-метри, зразки води.

**Хід роботи.**

1. Увімкніть TDS-метр. Опустіть електрод TDS-метра у зразок води. Зачекайте, поки показання стабілізуються.
2. Запишіть отримане значення мінералізації та температури для кожного зразка (1, 2 та ін.) та кожного приладу. Результати зведіть у табличну форму (табл. 9).
3. Визначте похибку вимірювань.
4. Встановіть якість води за показником TDS.

Таблиця 9

Вимірювання мінералізації води

Прилад	Температура, °C (1)	TDS, ppm (1)	Мінералізація води, г/л	Температура, °C (2)	TDS, ppm (2)	Мінералізація води, г/л
TDS-метр-1						
TDS-метр-2						
TDS-метр-3						
Середнє значення						
Відносна похибка вимірювань, %						

### Контрольні запитання

1. Що таке мінералізація води і чому вона важлива для оцінки якості води?
2. Які одиниці вимірювання використовуються для TDS (мінералізації)?
3. Які фактори можуть впливати на рівень TDS у воді?
4. Яке значення мінералізації вважається оптимальним для питної води?

## Лабораторна робота 7.

### Вивчення будови та принципу дії багатофункціональних приладів для визначення показників якості води

**Мета лабораторної роботи:** ознайомлення з будовою, принципом дії та застосуванням приладів для визначення основних показників якості води.

**Завдання лабораторної роботи:** вивчити основні показники якості води. Ознайомитися з основними типами приладів для визначення показників води. Виконати практичні вимірювання основних показників якості води за допомогою приладу Ezodo E7200. Проаналізувати отримані дані та зробити висновки щодо якості досліджуваної води.

#### **Теоретичні відомості.**

##### ***Основні показники якості води:***

- рН води відображає кислотність або лужність води, що впливає на корозію матеріалів, стан водних екосистем та ефективність технологічних процесів;
- турбідність визначає прозорість води, яка може бути знижена через присутність завислих часток;
- електропровідність вимірюється для оцінки загальної концентрації іонів у воді, що дозволяє оцінити мінералізацію води;
- розчинений кисень важливий для підтримання життя у водних екосистемах та є показником стану водного середовища;
- температура важлива для багатьох хімічних реакцій і біологічних процесів;
- окислювально-відновний потенціал використовується для контролю процесів очищення води.

Існує багато приладів для визначення показників води (табл. 10). Вони призначені для аналізу якості води в лабораторних і польових умовах, а також для контролю технологічних процесів.



## Основні показники якості води

Показник	Норма для питної води	Вплив на якість води	Методи вимірювання
pH	6,5...8,5	впливає на корозію труб, смак води, біологічні процеси	pH-метр
Турбідність	< 5 ФН	вказує на наявність завислих частинок, впливає на прозорість	турбідиметр
Електропровідність	залежить від регіону, але зазвичай < 500 мкСм/см	характеризує загальну мінералізацію води	кондуктометр
Розчинений кисень	> 6 мг/л (для прісної води)	необхідний для водних організмів	оксиметр
Температура	залежить від джерела води та пори року	впливає на розчинність газів, швидкість хімічних реакцій	термометр
ОВП	залежить від процесів, що відбуваються у воді	характеризує окислювально-відновні процеси	ОВП-метр

**Основні типи приладів** для визначення показників води:

- pH-метр. Використовується для вимірювання рівня кислотності води. Базується на вимірюванні електричної напруги між скляним електродом і порівняльним електродом, зануреними у воду;
- турбідиметр використовується для вимірювання турбідності (мутності) води. Вимірює кількість розсіяного світла, яке проходить через зразок води, що пропорційно концентрації завислих часток;
- кондуктометр використовується для вимірювання електропровідності води. Базується на вимірюванні електричного струму між двома електродами, зануреними у воду;

- оксиметр призначений для вимірювання концентрації розчиненого кисню у воді. Використовує електрохімічний або оптичний сенсор для визначення кількості кисню у воді;

- ОВП-метр використовується для вимірювання окислювально-відновного потенціалу води. Визначає електричний потенціал між платиновим або золотим електродом і порівняльним електродом у водному середовищі.

Ezodo E7200 – це багатофункціональний прилад, який дозволяє проводити комплексний аналіз якості води. Він об'єднує в собі кілька приладів в одному, що значно спрощує процес вимірювання різних параметрів води (рис. 12).



Рис. 12. Багатофункціональний прилад Ezodo E7200 (рН, ОВП-метр/Кондуктометр/TDS-метр/Солемір/Термометр)

Основні параметри, які вимірює Ezodo E7200: рН, ОВП (окисно-відновний потенціал), кондуктометрію, загальну кількість розчинених твердих речовин (TDS), температуру.

**Прилади та обладнання:** багатофункціональний прилад Ezodo E7200, зразки води.

### **Хід роботи.**

1. Увімкніть прилад та виберіть необхідний режим вимірювання (рН, ОВП, провідність, TDS, температура). Для переходу з режиму рН-метр у режим кондуктометр потрібно замінити рН-електрод на кондуктометричну комірку.

2. Опустіть електрод у зразок води, уникаючи дотику до стінок ємності. Зачекайте, поки показання приладу стабілізуються.

3. Запишіть отримані значення рН, ОВП, провідності, TDS та температури (табл. 11).

Таблиця 11

Вимірювання основних показників води

Номер зразка	рН	ОВП, мВ	Провідність, мкСм/см	TDS, ppm	Температура, °С
1					
2					
3					

**Контрольні запитання**

1. Які основні показники якості води можна визначити за допомогою сучасних приладів?
2. Які основні параметри якості води вимірює прилад Ezodo E7200?
3. Які фактори можуть вплинути на точність вимірювань?
4. Який зв'язок між провідністю та вмістом розчинених солей у воді?

**Підготовка та захист звітів лабораторних робіт**

Підготовка та оформлення звітів лабораторних робіт є важливою частиною навчального процесу, оскільки дозволяє систематизувати отримані результати, проаналізувати їх і сформулювати правильні висновки. Окрім цього, вміння чітко та аргументовано представляти результати своєї роботи є важливою навичкою для студента.

***Порядок виконання роботи.***

1. Збір матеріалів, отриманих під час лабораторних робіт. Перший етап передбачає збирання всіх даних, що були отримані в процесі виконання лабораторних експериментів. Це можуть бути записи спостережень, таблиці, графіки, фотографії та інші матеріали, які відображають результати роботи. Важливо забезпечити правильну організацію цих матеріалів для подальшого оформлення звіту.

2. Оформлення звіту. Кожен звіт повинен бути оформлений відповідно до встановлених вимог. Студентам слід дотримуватись чіткої послідовності у викладенні матеріалу, перевіряти звіт на наявність помилок, щоб забезпечити ясність і точність поданої інформації.

3. Підготовка до захисту. Підготовка до захисту звіту є важливою частиною роботи, яка допомагає перевірити правильність результатів і висновків. Студент повинен ознайомитися з усіма етапами лабораторної роботи та бути готовим до аргументованого обговорення результатів. Може створюється презентація, яка акцентує увагу на ключових аспектах роботи, або готується доповідь.

4. Захист звіту. Під час захисту звіту студент повинен чітко та послідовно представити свої результати, використовуючи презентацію або доповідь. Важливо відповідати на запитання викладача, аргументуючи свої висновки і демонструючи розуміння предмету дослідження.

## **Самостійна робота**

Метою самостійної роботи студентів є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях і лабораторних заняттях, а також розвиток навичок самостійного мислення, дослідження та творчого підходу до вирішення поставлених завдань.

Самостійна робота студентів може включати такі завдання:

- підготовка доповідей, рефератів, презентацій;
- проведення досліджень (збір даних, аналіз інформації, формулювання гіпотез).

За допомогою самостійної роботи студенти розвивають такі компетенції:

- знання, отримані в процесі навчання, розвивають у студентів навички самостійного пошуку необхідної інформації;
- уміння успішно застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних завдань різного рівня складності;
- навички самоорганізації, планування, аналізу, синтезу, критичного мислення.

Самостійна робота сприяє формуванню відповідальності. Студенти навчаються самостійно планувати свою роботу і нести відповідальність за її результати. Студенти мають можливість проявити свою індивідуальність і креативність. Студенти набувають навичок, необхідних для майбутньої роботи.

Самостійна робота студентів є невід'ємною частиною навчального процесу і відіграє важливу роль у формуванні всебічно розвиненої особистості.

Для мотивації студентів до самостійної роботи передбачена система заохочення, яка включає:

- підготовка самостійного реферату до 10 балів;
- участь із доповіддю на конференції – до 15 балів;
- написання статті – до 20 балів.

#### *Орієнтовна тематика для самостійного вивчення*

1. Методи оцінки похибок вимірювань у польових умовах.
2. Сучасні метеорологічні прилади для моніторингу клімату.
3. Порівняння традиційних та сучасних методів вимірювання метеорологічних характеристик.
4. Особливості калібрування універсальних засобів вимірювання.
5. Прилади для моніторингу ґрунтових характеристик: порівняння моделей.
6. Якість води для зрошення: основні показники та їх вимірювання.
7. Нормативи якості води для зрошення в Україні та світі.
8. Аналізатор якості води: принципи роботи та практичне застосування.
9. Використання датчиків IoT (Інтернет речей) у моніторингу якості води та ґрунту.
10. Міжнародні стандарти у галузі будівництва.
11. Сертифікація будівельних матеріалів і конструкцій.

12. Метрологічне забезпечення будівництва гідротехнічних споруд.
13. Калібрування вимірювальних приладів.
14. Інноваційні методи вимірювання в гідротехнічному будівництві.

## **Рекомендована література**

### *Основна література*

1. Волошин В. П., Живиця В. А., Рокочинський А. М. Метрологія і стандартизація у водному господарстві та гідромеліорації : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2011. 136 с.
2. Основи стандартизації та сертифікації : підручник / О. М. Величко, В. Ю. Кучерук, Т. Б. Гордієнко, В. М. Севастьянов. Київ, 2013. 364 с.
3. Саранча Г. А. Метрологія, стандартизація, відповідність, акредитація та управління якістю : підручник. К. : Центр навчальної літератури, 2006. 672 с.
4. Тарасова В. В., Малиновський А. С., Рибак М. Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація : підручник / За заг. ред. В. В. Тарасової. К. : Центр навчальної літератури, 2006. 264 с.
5. Цюцюра С. В. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація : навч. посібник / С. В. Цюцюра, В. Д. Цюцюра ; 2-е вид., переробл. і доповн. К. : Знання, 2005. 242 с.

### *Додаткова література*

1. Бакка М. Т. Метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація : навч. посібник в 2-ох частинах / М. Т. Бакка, В. В. Тарасова. Житомир : Житомирський інженерно-технологічний інститут, 2002. 721 с.
2. Бичківський Р. В., Столярчук. П. Г., Сопільник Р. Г., Дружок В. К. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. 559 с.

3. Боженко Л. І. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація : навч. посібник. Львів : Афіша, 2004. 324 с.
4. Величко О. М. Основи метрології та метрологічна діяльність : підручник / О. М. Величко, Л.В. Коломієць, Т. Б. Гордієнко. Херсон : Олді-Плюс, 2021. 575 с.
5. Основи метрології та вимірювальної техніки : підручник: у двох томах / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик; за ред Б. Стадника. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2005. Т. 1: Основи метрології. 532 с.
6. Основи метрології: навчальний посібник / І. В. Солтис, О. В. Деревянчук. Чернівці: Чернівецький нац. ун-тет, 2021, 152 с.
7. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність».
8. Закон України «Про стандартизацію».
9. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності».
10. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення.
11. ДСТУ 1.0:2003 Національна система стандартизації. Основні положення.

#### *Інформаційні ресурси*

1. Державне агентство водних ресурсів України. URL: <https://www.davr.gov.ua/>.
2. Державне агентство меліорації та рибного господарства України. URL: <https://darg.gov.ua/> .
3. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbu.gov.ua/>.
4. Наукова бібліотека НУВГП. URL: <https://lib.nuwm.edu.ua/>.