

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
Географічний факультет  
Кафедра конструктивної географії і картографії

П. С. ВОЙТКІВ

**ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

*методичні вказівки  
для самостійної роботи студентів*



Львів – 2018

Рекомендовано кафедрою  
конструктивної географії і картографії  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка.  
Протокол № 1 від 31 серпня 2018 р.

Уклад: доц. Войтків Петро Степанович

Прилади контролю навколишнього середовища : методичні  
вказівки [для самостійної роботи студентів] / уклад Войтків П. С.  
– Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 38 с.

Методичні вказівки укладено згідно з навчальною  
програмою для студентів географічного факультету. Їхньою  
метою є формування у студентів знань із застосування приладів  
для вивчення та контролю стану навколишнього середовища.

Вказівки ознайомлять студентів із структурою курсу, його  
лекціями і практичними роботами. Також, висвітлюється питання  
принципам аналізу та об'єктам вимірювання стану навколишнього  
середовища. Крім цього, подано перелік тем на самостійну  
навчальну роботу, контрольні питання по кожній лекційній темі з  
курсу та перелік тестових запитань.

Для студентів підготовки магістра, напрямку  
18 «Виробництво і технології», спеціальності 183 «Технології  
захисту навколишнього середовища», спеціалізація «Прикладна  
екологія та збалансоване природокористування».

© Львівський національний університет  
імені Івана Франка, 2018  
© Войтків П. С., 2018

## ЗМІСТ

<b>1. МЕТА, ЗАВДАННЯ І ПРЕДМЕТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....</b>	<b>7</b>
2.1. Лекційні заняття.....	7
2.2. Практичні роботи.....	16
2.3. Самостійна робота .....	17
<b>3. ПРИНЦИПИ АНАЛІЗУ ТА ОБ'ЄКТИ ВИМІРЮВАННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....</b>	<b>19</b>
3.1. Принципи аналізу стану навколишнього середовища	19
3.2. Об'єкти вимірювання.....	20
3.2.1. Основні компоненти біосфери.....	20
3.2.2. Фактори та параметри навколишнього середовища...	21
3.2.3. Методи вимірювання.....	22
3.2.4. Основні характеристики вимірювального приладу....	24
3.2.5. Основні параметри навколишнього середовища, що підлягають вимірюванню.....	25
<b>4. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ.....</b>	<b>26</b>
ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Дослідження екологічного стану повітря.....	26
ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Дослідження стану водних об'єктів. Визначення окремих характеристик води.....	26
ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Едафічні фактори середовища та оцінка екологічного стану ґрунту.....	27
ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Вимірювання атмосферного тиску, вологості та температури повітря.....	28
ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Ознайомлення з приладами для вимірювання параметрів парникового ефекту, опадів та аерозолів.....	29
ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Вимірювання рН. Визначення рН рідин та ґрунту.....	30
ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. Дозиметрія. Ознайомлення з будовою дозиметрів та вимірювання потужності дози.....	30
<b>5. ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ.....</b>	<b>31</b>
<b>6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ.....</b>	<b>35</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>36</b>

## 1. МЕТА, ЗАВДАННЯ І ПРЕДМЕТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Прилади контролю навколишнього середовища» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра, напрямку 18 Виробництво і технології, спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища», спеціалізація «Прикладна екологія та збалансоване природокористування».

Структура курсу «Прилади контролю навколишнього середовища» така: 16 години заплановано для лекцій, 16 годин – практичних занять, 58 години відведено на самостійну роботу студентів.

Для контролю навчального процесу заплановано два змістових модулі. Підсумковий контроль завершується заліком. Самостійна робота передбачає вивчення окремих тем, виконання індивідуальних завдань.

**Прилади контролю навколишнього середовища** – це навчальна дисципліна, яка вивчає прилади, що служать для здійснення контролю якісних та кількісних показників (параметрів) ґрунтів, поверхневих, підземних та ґрунтових вод, атмосферного і ґрунтового повітря, радіаційного фону та кліматичних умов (тиску, температури, вологості, опадів), а також геофізичних полів (гравітаційного, електричного, магнітного).

**Прилади контролю навколишнього середовища** – це навчальна дисципліна, яка вивчає прилади, що служать для здійснення контролю якісних та кількісних показників (параметрів) кліматичних умов (тиску, температури, вологості, руху повітря, опадів, парникового ефекту та аерозолів тощо), вібрацій, коливань, шумів, природного та іонізуючого випромінювання (радіаційного фону), а також ґрунтів, поверхневих, підземних та ґрунтових вод, атмосферного і ґрунтового повітря та геофізичних полів (гравітаційного, електричного, магнітного).

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є навколишнє середовище або довкілля – всі живі та неживі компоненти екосистеми, ландшафту чи визначеної території Землі (наприклад, навколишнє середовище села, району, області, країни), що включають у себе за агрегатним станом тверду фазу – літосферу, рідку фазу – гідросферу, газоподібну фазу – атмосферу та живу фазу – біосферу.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Прилади визначення параметрів навколишнього середовища.
2. Прилади для вимірювання природного та іонізуючого випромінювання, вібрацій, коливань та шумів.

**Метою** викладання навчальної дисципліни є ознайомлення студентів природничих спеціальностей з оцінюванням абіотичних та біотичних факторів середовища та їх впливу на живі організми, освітлення сучасних методів контролю навколишнього середовища і принципів дії приладів, що застосовуються для вимірювання параметрів навколишнього середовища.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є: засвоєння основних характеристик навколишнього середовища та приладів їх визначення; оцінювання абіотичних і біотичних факторів середовища; ознайомити із специфікою об'єктів вимірювань та задач, які поставлені перед системами забезпечення життєдіяльності; надати студентам загальну теоретичну базу та умову для придбання знань, умінь та навичок, які необхідні при створенні та використанні приладів і систем забезпечення життєдіяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студентові необхідно

**знати:**

- структуру та елементи довкілля;
- параметри атмосфери, гідросфери та літосфери, які підлягають контролю, вимірюванню та оцінці;
- методи та прилади для вимірювання хімічних, фізичних, механічних та біологічних параметрів;
- нормативи і стандарти якості повітря, води та ґрунтів;
- організацію та особливості проведення моніторингу атмосфери, гідросфери, літосфери та біосфери;
- екологічну роль моніторингу.

Окрім цього студенти повинні **вміти:**

- вимірювати хімічні, фізичні та механічні параметри навколишнього середовища в польових та лабораторних умовах при проведенні екологічних оцінок і експертиз повітряного, водного середовища та ґрунтів;
- проводити екологічний моніторинг;
- робити висновки за результатами проведених вимірювань та складати відповідні прогнози щодо стану навколишнього природного середовища;

- користуватись даними екологічного моніторингу, рекомендувати конкретні типи моніторингу при виконанні екологічних оцінок і експертиз територій та об'єктів, прогнозувати екологічні ситуації на базі даних моніторингу.

Основною базою під час вивчення курсу слугують спеціальні знання із загальної екології, метрології, метеорологія та кліматологія, геологія, біологія, ґрунтознавство, фізика, математика, геодезія, екологічних моніторинг.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Лекційні заняття

Програма навчальної дисципліни складається із таких змістових модулів:

1. Прилади визначення параметрів навколишнього середовища.
2. Прилади для вимірювання вібрацій, коливань, шумів, природного та іонізуючого випромінювання.

**Змістовий модуль 1. Прилади визначення параметрів навколишнього середовища.**

**Тема 1. Загальні відомості про прилади контролю параметрів навколишнього середовища [1, 3, 4, 6, 7, 12]**

1.1. Суть, мета, завдання, предмет навчальної дисципліни.

Структура та програма курсу.

1.2. Загальні принципи аналізу довкілля.

1.3. Об'єкти вимірювання: основні компоненти біосфери; фактори та параметри навколишнього середовища; методи вимірювання; основні характеристики вимірювального приладу; основні параметри навколишнього середовища, що підлягають вимірюванню.

#### Контрольні запитання:

1. Що вивчає навчальна дисципліна «Прилади контролю навколишнього середовища»?
2. Що є предметом вивчення навчальної дисципліни «Прилади контролю навколишнього середовища»?
3. Якими є міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни «Прилади контролю навколишнього середовища»?
4. Що є метою викладання навчальної дисципліни «Прилади контролю навколишнього середовища»?
5. Якими є основні завдання вивчення дисципліни «Прилади контролю навколишнього середовища»?
6. Що включає аналіз стану неживої природи та стану живих організмів?
7. Які методи використовують для аналізу стану довкілля?
8. З яких етапів складається науково-дослідницька робота?
9. Що таке навколишнє середовище та фактор?
10. Що таке абіотичні та біотичні фактори середовища?
11. Як поділяють абіотичні фактори?
12. Що таке параметр та забруднення?
13. Вимірювання параметра навколишнього середовища це ...

14. Що включає вимірювання?
15. Які бувають вимірювання?
16. Що розуміють під вимірювальним приладом?
17. Що таке аналогові та цифрові прилади?
18. Що містить аналоговий прилад?
19. Що містить цифровий прилад?
20. Перерахуйте основні характеристики вимірювального приладу.
21. Що таке точність та роздільна здатність приладу?
22. Що таке чутливість та лінійність відгуку приладу?
23. Що таке дрейф нуля та час відгуку приладу?

## **Тема 2. Тиск і температура. Прилади для їх вимірювання [1-3, 5]**

- 2.1. Тиск та методи вимірювання його параметрів.
  - 2.1.1. Визначення та одиниці вимірювання.
  - 2.1.2. Вплив тиску на живі організми.
  - 2.1.3. Прилади для вимірювання тиску.
- 2.2. Температура та методи вимірювання її параметрів.
  - 2.2.1. Основні визначення; вплив температури на живі організми.
  - 2.2.2. Прилади для вимірювання температури.
  - 2.2.3. Вимірювання температури.

### *Контрольні запитання:*

1. Що таке тиск та які формули для його визначення Ви знаєте?
2. Позасистемні одиниці тиску та їх зв'язок з Паскалем.
3. Що таке атмосферний тиск, яким він є, і як змінюється?
4. Як тиск впливає на здоров'я людини?
5. Вплив зменшення тиску на тварин.
6. Вплив зменшення тиску на рослини.
7. Яким є фізіологічний вплив збільшення тиску на живий організм?
8. Що таке кесонна хвороба та газова емболія?
9. Як адаптуються водні тварини до глибини із зміною тиску?
10. Манометр сифонного типу: будова, принцип дії.
11. Манометр чашечкового типу: будова, принцип дії.
12. Ртутний манометр: будова, принцип дії.
13. Барометр-анероїд: будова, принцип дії.
14. Ртутний барометр: будова, принцип дії.
15. Трубка Бурдона: будова, принцип дії.
16. Барограф: будова, принцип дії.
17. Цифровий барометричний сенсор тиску: будова, принцип дії.
18. П'єзоелектричний сенсор тиску: будова, принцип дії.
19. Що таке температури? Перші термометри.



20. Шкала температури Реомюра та Фаренгейта.
21. Шкала температури Кельвіна та Цельсія.
22. Виділіть фіксовані точки Міжнародної температурної шкали.
23. Яким є вплив температури на ендотерміків?
24. Яким є вплив температури на ектотерміків?
25. Газові термометри: будова, принцип дії.
26. Рідинний термометр: будова, принцип дії.
27. Які рідини вибирають як робочу рідину для термометрів? Які з них і чому є найкращими?
28. Які бувають занурення термометрів у рідину?
29. Біметалевий термометр: будова, принцип дії.
30. Термометри опору: будова, принцип дії.
31. Що таке терморезистори та термістори.
32. Які метали використовують для терморезисторів?
33. Термоелектричні термометри: будова, принцип дії.
34. Пірометр та його принцип дії.
35. Розкрийте суть оптичної пірометрії.
36. Оптичний пірометр: будова та принцип дії.
37. Будова інфрачервоного пірометра.
38. Радіотермометри: використання та будова.
39. Будова статичного радіотермометри.
40. Інфрачервона відеокамера: будова та застосування.
41. Кварцовий п'єзоелектричний термометр.
42. Що таке Кататермометр?
43. Як здійснюють вимірювання температури повітря?
44. Як здійснюють вимірювання температури ґрунту?

### **Тема 3. Вологість та прилади для її вимірювання [1-5, 7]**

- 3.1. Параметри вологості.
- 3.2. Вплив вологості на живі організми.
- 3.3. Вимірювання вологості.
- 3.4. Вологість ґрунту та її вимірювання.

#### *Контрольні запитання:*

1. Що таке абсолютна вологість повітря та пружність водяної пари?
2. Що таке пружність насиченої пари та відносна вологість повітря?
3. Що таке дефіцит вологості та точка роси?
4. Як впливає вологість на організм людини?
5. Як впливає вологість на тварин?
6. Як впливає вологість на мікроорганізми?
7. Як впливає вологість на рослини?
8. Аспіраційний психрометр Асмана: будова та принцип дії.

9. Автоматизований сихрометр Асмана: будова та принцип дії.
10. Психрометр Августа: будова та принцип дії.
11. Гігрометр та його види.
12. Ваговий (абсолютний) гігрометр: будова та принцип дії.
13. Волосяний гігрометр: будова та принцип дії.
14. Гігрограф: будова та застосування.
15. Плівковий гігрометр: будова та принцип дії.
16. Ємкісний гігрометр: будова та принцип дії.
17. Електролітичний гігрометр: будова та принцип дії.
18. Електролітичний гігрометр з підігрівом: будова та принцип дії.
19. Що являє собою керамічний та сорбційний гігрометр?
20. Конденсаційний гігрометр: будова та принцип дії.
21. Гігрометри психометричні: будова та принцип дії.
22. Які є переваги конденсаційних гігрометрів?
23. Що таке вологість ґрунту і як вона розраховується?
24. Як є методи вимірювання вологості ґрунту?
25. Суть термостатно-вагового методу визначення вологості ґрунту.
26. Суть нейтронного методу визначення вологості ґрунту.
27. Суть методу вимірювання поглинання гамма-випромінювання.
28. Суть діелектричного методу вимірювання вологості ґрунту.
29. Суть методу часової рефлектометрії.
30. Суть кондуктометричного методу.
31. Сучасні методи визначення вологості ґрунту.

#### **Тема 4. Рух повітря та прилади вимірювання його параметрів [1-5]**

- 4.1. Виникнення вітру та його параметри.
- 4.2. Вплив вітру на живі організми.
- 4.3. Прилади для вимірювання параметрів вітру.

#### *Контрольні запитання:*

1. Що таке вітер і які чинники впливають на його формування?
2. Як градієнти тиску та гравітаційна сила впливає на формування вітру?
3. Як сила тертя і сила Коріолісу визначається і впливає на формування вітру?
4. Як відцентрована сила та морські узбережжя впливають на утворення вітру?
5. Виділіть основні параметри вітру. Дайте аналіз швидкості вітру.
6. Як вітер розрізняють залежно від швидкості?
7. Як швидкість вітру змінюється з висотою?
8. Згідно шкали Бофорта, якою буде швидкість легкого вітерця, сильного бризу, шторму та урагану (в м/с)?

9. Що таке напрямок та поривчатість вітру?
10. Що таке ураган і де він поширений?
11. Як оцінюють урагани згідно зі шкалою Сафіра-Сімсона?
12. Що таке смерч? Причина виникнення та поширення.
13. Як оцінюють смерчі згідно шкали Фудзі?
14. Що таке суховій і де він проявляється?
15. Що таке пилові бурі і де вони поширені?
16. Що таке бора?
17. Як впливає вітер на живі організми?
18. Як впливає вітер на рослини?
19. Що таке анемометр і де він використовуються?
20. Анемометр чашечного типу: будову та принцип дії (наприклад, МС-13).
21. Виділіть модифікації анемометрів чашечного типу.
22. Анемометр пропелерного типу: будову та принцип дії.
23. Виділіть модифікації анемометрів пропелерного типу.
24. Трупка Піко: будова, принцип дії?
25. Що таке деформаційні манометри?
26. Термоанемометр: будова, принцип дії.
27. Виділіть різні модифікації термоанемометрів.
28. Принцип дії ультразвукового анемометра.
29. Доплерівський анемометр: будова, принцип дії.
30. Принцип дії лазерного Доплеровського анемометра.
31. Флюгери: будова та принцип використання.
32. Як визначити швидкість та напрям вітру за допомогою флюгера?
33. Що таке потенціометр та анеморумбометр?
34. Принцип дії анеморумбометра.
35. Будова та принцип дії чашкового анеморумбометра.
36. Крильчато-флюгер анеморумбометр: будова, принцип дії.
37. Як вимірюють середню та миттєву швидкості вітру за допомогою крильчато-флюгера анеморумбометра.
38. Вітропоказчик, його будова та принцип застосування.

## **Тема 5. Гідрографічні та едафічні фактори середовища [1, 4, 5, 7, 12, 16]**

- 5.1. Вимірювання параметрів водного середовища.
  - 5.1.1. Властивості та забруднення води.
  - 5.1.2. Методи вимірювання параметрів води та стічних вод.
- 5.2. Вимірювання параметрів ґрунтового покриву.
  - 5.2.1. Компоненти ґрунту, хімічні та фізичні властивості ґрунту.
  - 5.2.2. Параметри ґрунтів та методи їх вимірювання.
  - 5.2.3. Забруднення ґрунтів.

*Контрольні запитання:*

1. Що Ви розумієте під гідрографічними факторами та водою?
2. Що Ви розумієте під механічними та гідродинамічними властивостями води?
3. Якими теплофізичними властивостями характеризується вода?
4. Які Ви знаєте електричні властивості води?
5. Які Ви знаєте оптичні властивості води?
6. Якою є класифікація забруднень води?
7. Виділіть основні компоненти стічних вод.
8. Що таке евтрофікація водойм?
9. Виділіть основні етапи евтрофікації.
10. Як діляться сучасні методи вимірювання параметрів води та стічних вод?
11. Розкрийте суть спектроскопічного методу вимірювання параметрів води.
12. Які розрізняють методи спектроскопії?
13. Які Ви знаєте електрохімічні методи вимірювання параметрів води?
14. Які Ви знаєте хроматографічні та радіохімічні методи вимірювання параметрів води?
15. Що належить до природних та антропогенних чинників забруднення води?
16. Які основні компоненти входять до складу ґрунту?
17. Виділіть основні хімічні властивості ґрунту.
18. Чим визначаються фізичні властивості ґрунту?
19. Що включають механічні параметри ґрунту?
20. Що таке текстура і структура ґрунту?
21. Що таке густина твердої речовини та пористість ґрунту?
22. Які Ви знаєте методи вимірювання механічних параметрів ґрунту?
23. Виділіть основні теплофізичні параметри ґрунту.
24. Що Ви розумієте під водяними потоками в ґрунті?
25. Що таке гідропровідність ґрунту?
26. Які Ви знаєте оптичні параметри ґрунту?
27. Що розуміють під хімічним забрудненням ґрунту?
28. Які тверді відходи містяться в ґрунті?
29. Що таке ерозія ґрунтів та як вона поділяється?

**Змістовий модуль 2. Прилади для вимірювання вібрацій, коливань, шумів, природного та іонізуючого випромінювання**  
**Тема 6. Вібрації, коливання та хвилі, шуми. Прилади вимірювання їх параметрів [1, 4, 5, 6, 9]**

- 6.1. Вібрації: параметри вібрацій; вплив вібрацій на організм людини; перетворювачі вібрацій (прилади вимірювання).
- 6.2. Коливання та хвилі: основні визначення; землетруси і цунамі; вплив природних коливань на живі організми; вимірювання природних коливань.
- 6.3. Шуми: визначення і характеристики шуму; вплив шуму на живі організми; вимірювання рівнів шуму.

*Контрольні запитання:*

1. Що Ви розумієте під вібраціями? Якими є параметри вібрацій?
2. Що таке зміщення та амплітуда вібрацій?
3. Що таке фаза та частота коливань?
4. Що таке швидкість та прискорення вібрації?
5. Яким є вплив вібрацій на організм людини?
6. Що таке загальна та локалізована дія вібрації?
7. Якими є заходи, що дозволяють зменшити вплив вібрацій?
8. Яким є вплив вібрації на тварин?
9. Викресліть блок-схема призначену для вимірювання вібрацій.
10. Як поділяються перетворювачі вібрацій?
11. Перетворювачі опору: будова, принцип дії.
12. П'єзоелектричний перетворювач: будова, принцип дії.
13. Електродинамічний перетворювач: будова, принцип дії.
14. Диференційний перетворювач: будова, принцип дії.
15. Перетворювач швидкості (велометр): будова, принцип дії.
16. Фотоелектричний перетворювач: будова, принцип дії.
17. Лазерний віброметр.
18. Що таке коливання? Вільні та періодичні коливання.
19. Що таке механічне збурення та пружність хвилі?
20. Що таке землетрус, гіпоцентр та епіцентр?
21. Які три типи хвиль розрізняють?
22. Що таке цунамі? Які причини його виникнення та місця поширення?
23. Яким є вплив природних коливань на тварин?
24. Як оцінюються землетруси за шкалою Ріхтера?
25. Класифікація землетрусів за категоріями відповідно до їх магнітуд.
26. Суть модифікованої шкали Меркаллі.
27. Будова та принцип дії сейсмографа.
26. Будова та принцип дії типового та модифікованого сейсмографа.
27. Що таке сейсмограма, як її використовують?
28. Як застосовують супутники для визначення землетрусів?
29. Поясніть VAN-метод для визначення землетрусів.
30. Як проводиться оцінювання цунамі?

31. Що таке шум? Які ви знаєте визначення шуму?
32. Які види шуму Ви знаєте?
33. Що Ви розумієте під постійним і непостійним шумом?
34. Що Ви розумієте під коливальним та імпульсним шумом?
35. Що таке рівень інтенсивності звуку та еквівалентний рівень звуку?
36. Як оцінюють постійний та непостійний шум?
37. Що таке розподіл шуму за частотою?
38. Які рівні шуму розрізняють?
39. Якими є типові значення рівнів інтенсивності звуку?
40. Основні джерела шуму та їх еквівалентний рівень.
41. Яким є вплив шумового забруднення на людський організм?
42. Що таке і яким може бути індукований шумом пороговий зсув?
43. Як поділяються мікрофони для вимірювання шумів?
44. Конденсаторний мікрофон: будова, принцип дії.
45. П'єзоелектричний мікрофон: будова, принцип дії.
46. Електретний мікрофон: будова, принцип дії.
47. Що таке аналізатор частоти шуму?
48. Шумоміри, принцип їх роботи.
49. Шумомір Октава 101А: призначення, принцип дії.
50. Цифровий шумомір DSP80X: призначення, принцип дії.
51. Цифровий шумомір SVAN 943: призначення, принцип дії.
52. Шумомір Медіатор 2238: призначення, принцип дії.
53. Шумомір TENMARS TM-102: призначення, принцип дії.
54. Порядок вимірювання шумоміром.

## **Тема 7. Вимірювання природних випромінювань [1-5, 7, 10, 13, 14, 17, 18]**

- 7.1. Параметри оптичного випромінювання.
- 7.2. Параметри сонячного випромінювання.
- 7.3. Атмосферне випромінювання та випромінювання земної поверхні.
- 7.4. Вплив випромінювання на живі організми.
- 7.5. Прилади вимірювання природних випромінювань.

### *Контрольні запитання:*

1. Що таке оптичне випромінювання і де воно поширюється?
2. Що таке потік та сила випромінювання?
3. Що таке енергетична яскравість та енергетична освітленість?
4. Що відносять до світлових величин?
5. Що таке фотосинтетично-активне випромінювання і як його оцінюють?
6. Сонце: розмір та склад сонячного середовища.

7. Якої є інтенсивність сонячного випромінювання?
8. Розподіл сонячного випромінювання за інтенсивністю.
9. Яким є спектральний склад сонячного випромінювання?
10. Якими є діапазони спектра оптичного випромінювання?
11. Що таке інфрачервоне випромінювання?
12. Якою є періодичність сонячного випромінювання?
13. Суть атмосферного випромінювання.
14. Що Ви розумієте під випромінюванням земної поверхні?
15. Що таке альbedo? Як воно обчислюється?
16. Яким є вплив випромінювання видимої області спектра?
17. Які енергетичні реакції відбуваються, що впливають на живі організми під час випромінювання?
18. Інформаційні реакції, які впливають на живі організми під час випромінювання.
19. Деструктивно-модифікуючі реакції, які впливають на живі організми під час випромінювання.
20. Яким є вплив випромінювання ультрафіолетової області спектра на живі організми?
21. Яким є захист від випромінювання?
22. Що таке дозиметр і радіометр?
23. Якою є класифікація радіометрів?
24. Як розрізняють радіометри за призначенням і принципом дії?
25. Що відносять до основних типів теплових детекторів?
26. Колориметр: призначення, принцип дії.
27. Що таке термопари та термобатареї?
28. Болومتر: будова, принцип дії.
29. Якими є основні параметри болометрів?
30. Що таке Піроелектричний приймач?
31. Як класифікують радіометри з тепловими детекторами?
32. Піргеліометр: будова, принцип дії.
33. Піранометр: будова, принцип дії.
34. Піргеометри: будова, принцип дії.
35. Піррадіометри: будова, принцип дії.
36. Що таке квантові детектори?
37. Фотодіод: призначення та принцип дії.
38. Фотоелектронний помножувач: принцип дії.
39. Фотометр: призначення, принцип дії.
40. Люксометр: будова, призначення та принцип дії.
41. Як поділяють радіометри з квантовими детекторами?
42. Як вимірюють пряме сонячне випромінювання?
43. Вимірювання сумарного випромінювання.
44. Вимірювання дифузного сонячного випромінювання.

45. Як вимірюють альбедо?
46. Вимірювання довгохвильового випромінювання.
47. Піроелектричні та фотоелектричні методи.

### **Тема 8. Вимірювання іонізуючих випромінювань [1, 2, 4, 5, 7, 8]**

- 8.1. Класифікація та дозиметрія іонізуючих випромінювань.
- 8.2. Радіоактивні забруднення.
- 8.3. Вимірювання іонізуючих випромінювань.

#### *Контрольні запитання:*

1. Що таке іонізуюче та рентгенівське випромінювання?
2. Розкрийте суть явища радіоактивності.
3. Що таке дозиметрія іонізуючих випромінювань?
4. Які розрізняють дози?
5. Радіоактивне забруднення.
6. Радіоактивні відходи.
7. Що таке дозиметр та дозиметрія?
8. Що таке радіометр та радіометрія?
9. Що таке рентгенометр?
10. Що таке іонізуюча камера?
11. Що таке лічильник Гейгера-Мюллера?
12. Що таке сцинтилятори?
13. На чому ґрунтуються основні методи вимірювання іонізуючих випромінювань?
14. Як працюють детектори заповнені газом?
15. Як працює іонізована камера?
16. Як працює лічильник Гейгера?
17. Як працює сцинтиляційний лічильник?
18. Як працює напівпровідниковий лічильник?
19. Як працюють трекові детектори?
20. Суть принципу  $\gamma$  – спектроскопії.

## **2.2. Практичні роботи**

**Практична робота 1.** Дослідження екологічного стану повітря.

**Практична робота 2.** Дослідження стану водних об'єктів.  
Визначення окремих характеристик води.

**Практична робота 3.** Едафічні фактори середовища та оцінка екологічного стану ґрунту.

**Практична робота 4.** Вимірювання атмосферного тиску, вологості та температури повітря.



**Практична робота 5.** Прилади для вимірювання параметрів парникового ефекту, опадів та аерозолів.

**Практична робота 6.** Вимірювання рН. Визначення рН рідин та ґрунту.

**Практична робота 7.** Дозиметрія. Будова дозиметрів та вимірювання потужності дози.

### **2.3. Самостійна робота**

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Мета самостійної роботи студентів: набуття додаткових знань, перевірка отриманих знань на практиці, вироблення фахових та дослідницьких вмінь та навичок.

Навчальний час, відведений для самостійної роботи студента, регламентується робочим навчальним планом повинен становити не менше 1/3 та не більше 2/3 загального обсягу навчального часу студента, відведеного для вивчення дисципліни.

Самостійна робота студента забезпечує система навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення навчальної дисципліни: підручник, навчальні та методичні посібники, конспект лекцій викладача, навчально-методичний комплекс дисципліни.

#### **Теми на самостійну роботу:**

1. Особливості будови атмосфери. Клімат. Сучасні кліматичні зміни.
2. Поняття довкілля. Загальна характеристика геосфер.
3. небезпечні метеорологічні явища, їх прогноз та попередження, причини та наслідки, методи оцінки параметрів.
4. Опробування атмосферного повітря. Основні вимоги до відбору проб повітря та методи опробування.
5. Особливості поширення забруднень в атмосферному повітрі від стаціонарних джерел. Типи забруднюючих шлейфів.
6. Температурні умови утворення смогу. Типи та моделі формування смогів, їх порівняльна характеристика.
7. Зони забруднення атмосферного повітря поблизу стаціонарних джерел. Визначення масштабів забруднень атмосферного повітря.
8. Методи визначення хімічного складу атмосферного повітря - абсорбційний метод спектрального аналізу (інфрачервона і ультрафіолетова області спектру), полум'яно-іонізаційний та хемілюмінесцентний.
9. Методи визначення хімічного складу атмосферного повітря – флуоресцентний, фото колориметричний, хроматографічний.

10. Методи визначення хімічного складу атмосферного повітря - гравіметричний (ваговий), оптичний, радіометричний.
11. Електрохімічні методи визначення хімічного складу атмосферного повітря – потенціометричний, кулонометричний, полярографічний.
12. Прилади та методи вимірювання атмосферного тиску.
13. Вологість повітря: абсолютна і відносна. Принципи функціонування приладів для вимірювання вологості повітря.
14. Прилади та методи вимірювання інтенсивності і кількості атмосферних опадів.
15. Особливості визначення вертикального розподілу метеорологічних параметрів в атмосфері за допомогою радіозонду та їх інтерпретація.
16. Прилади та методи вимірювання значень рН та радіоактивності опадів.
17. Прилади та методи вимірювання інтенсивності випаровування з водної поверхні та ґрунту.
18. Методи вимірювання магнітних полів.
19. Вплив електричних та електромагнітних полів на живі організми. Вплив низькочастотних електричних полів на людину.
20. Вплив магнітних полів на живі організми. Залежність стану людини від магнітних бур.
21. Вплив магнітних полів ліній електропередачі на здоров'я людини. Використання магнітного поля Землі тваринами в пошуках кращих умов існування, під час міграції та орієнтації.
22. Радіоактивні забруднення. Радіоактивні відходи.
23. Кислотні дощі. Механізми виникнення кислотних дощів. Джерела та розподіл кислотних дощів.
24. Вплив кислотних дощів на водне середовище, ґрунтові води, наземні екосистеми та якість питної води.
25. Забруднення ґрунту. Тверді, радіоактивні та хімічні відходи. Ерозія ґрунтів.
26. Хімічні фактори середовища. Хімічне забруднення біосфери. Смог.
27. Забруднення навколишнього середовища нафтою і нафтопродуктами, викидними автомобільними газами. Контроль якості повітря.
28. Методи оцінки взаємодії організмів. Вплив організмів на навколишнє середовище.
29. Спектральні методи аналізу.
30. Хроматографічні методи аналізу.
31. Електрофоретичні методи аналізу.
32. Седиментаційний аналіз.

### 3. ПРИНЦИПИ АНАЛІЗУ ТА ОБ'ЄКТИ ВИМІРЮВАННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 3.1. Принципи аналізу стану навколишнього середовища

Аналіз стану навколишнього середовища можна проводити на різних рівнях організації матерії із залученням різних методів та устаткування.

По-перше, це аналіз неживої природи: стану ґрунтів, води, повітря (вимір кислотності, лужності, наявності певних іонів, вмісту мікроелементів, радіоактивності, змін стану газової фази тощо).

По-друге, аналіз стану живих організмів та їхніх залишків, продуктів їхньої життєдіяльності у ґрунтах, воді, повітрі.

Водночас, об'єктами дослідження і тестерними системами можуть бути і самі організми.

Методи, які використовують для аналізу стану навколишнього середовища – різноманітні. Серед них є фізичні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, методи клітинної біології, генної інженерії, а також методи варіаційної статистики і математичного аналізу.

На якість, точність і достовірність досліджень значною мірою впливають багато чинників, серед яких: підготування посуду; правильність і точність вимірювання об'ємів рідин; відважування реактивів; дбайливе ставлення до приладів та вміле користування ними; правильність обробки одержаного експериментального матеріалу.

Обов'язковою також є відповідність лабораторій санітарно-гігієнічним нормам, наявність засобів індивідуального захисту, підведення гарячої та холодної води.

Реактиви, які використовують для аналізів, повинні бути марки «ч.д.а.» («чисті для аналізу», вони мають не більше 0,07 % домішок), «х.ч.», («хімічно чисті», домішок не більше 0,03 %).

Фільтри, які застосовують, мають певний тип маркування: *синя смужка на фільтрах* свідчить про те, що їх уживають для фільтрування дрібнозернистих сумішей, *біла* – середніх, *чорна* або *рожева* – найменш щільних суспензій, для драглистих речовин, *жовта* – фільтри знежирені. Лійки можу зі звичайного скла, вакуумні або для фільтрування гарячих розчинів.

Крім того, екологічна лабораторія повинна мати допоміжні кімнати; вагову, апаратну, підсобну.

Іноді потрібно замінити скляний посуд на посуд з полімерних матеріалів і вибрати відповідне скло до типу робіт (термостійке, хімічно стійке, вакуумне).

## **Організація досліджень**

Загалом науково-дослідницька робота складається з таких головних етапів:

- планування наукових досліджень;
- безпосереднє проведення експериментів;
- обробка одержаних результатів та їхній теоретичний аналіз.

Планування наукових досліджень містить такі важливі пункти: мету, кількість досліджень, підготовку об'єктів дослідження, урахування можливості автоматичного контролю, впливу додаткових та другорядних чинників, передбачення методів дослідження та статистичної обробки результатів, а також порівняння з результатами інших дослідників. Потрібно також брати до уваги витрати на проведення експерименту.

Оформлення результатів проводять згідно з Державним стандартом України і вносять їх у графіки, рисунки, схеми, діаграми, фотографії.

Література: [7].

## **3.2. Об'єкти вимірювання**

### **3.2.1. Основні компоненти біосфери**

**Біосфера** – оболонка Землі, що включає нижню частину атмосфери, гідросферу й верхні шари літосфери, склад, структура й енергетика яких значною мірою зумовлені попередньою та сучасною життєдіяльністю живих організмів.

Біосферу ділять на три середовища:

- атмосферу – шар повітря, що складає периферійну оболонку планети і оточує два інших середовища;
- гідросферу – водну оболонку Землі (Світовий океан, моря, ріки, озера та підземні води);
- літосферу – середовище, обмежене верхніми шарами земної поверхні, тобто тверду поверхню материків.

**Атмосфера** є одним з найважливіших для життя компонентів біосфери. Вона пропускає та змінює сонячну енергію, безпосередньо впливає на наш клімат, діє як захисний екран від метеоритних атак і шкідливого ультрафіолетового випромінювання, забезпечує польоти птахів і комах, поширення насіння та спор. Атмосфера – суміш газів, суспендованих твердих та рідких частинок. Вона складається з кількох шарів, а саме: тропосфери, стратосфери, мезосфери та термосфери.

Атмосфера регулює клімат на планеті, запобігаючи перегріванню та охолодженню й підтримуючи середню температуру поверхні близько 14°C. Загальна маса атмосфери становить  $5,15 \cdot 10^{18}$  кг.

**Гідросфера** характеризується певним складом та розподілом водяних мас. Вода – одна з найпоширеніших речовин у природі, що входить до складу живих організмів, зумовлюючи протікання у них різноманітних реакцій. Вона бере участь у кругообігу в природі, забезпечуючи життєдіяльність людини, тварин, рослин, мікроорганізмів.

**Літосфера** має товщину 50 – 200 км. Її верхня частина, що містить живу речовину, входить до складу біосфери.

Важливим компонентом літосфери є ґрунт – верхній тонкий шар земної кори, що утворюється і розвивається в результаті взаємодії клімату, рослинності, тварин, мікроорганізмів, гірських порід. Важливою властивістю ґрунту є його родючість. Більшість живих організмів та їх відходи сприяють процесам, що відбуваються в ґрунті. Так, активність мікроорганізмів перетворює відходи в основні компоненти ґрунту. Без цієї активності неможливий кругообіг вуглецю або азоту, важливих для життя на землі. Товщина, фізичні та хімічні властивості ґрунту різні в кожній місцевості.

Загалом ґрунт характеризують п'ять основних компонентів:

- неорганічні мінеральні частини;
- органічні залишки;
- вода;
- гази;
- біологічні системи.

Крім того, біосфера характеризується фауною та флорою. В біосфері мешкає близько 10 000 видів рослин, 3000 видів ссавців, 25 000 видів птахів, ще більше видів риб, близько мільйона видів комах. У спрощеному вигляді живі організми можна поділити на мікроорганізми, рослини й тварини. Суспільство живих організмів утворює біоценоз, а їх специфічне фізико-хімічне оточення називається біотопом. Сукупність біотопу і біоценозу складає екосистему.

### **3.2.2. Фактори та параметри навколишнього середовища**

Навколишнє природне середовище – це сукупність природних і змінених діяльністю людини абіотичних та біотичних факторів, що безпосередньо або опосередковано впливають на людину.

Термін «**навколишнє середовище**» походить від французьких *environ* або *environne*, що означають навколо, кругом, оточувати. Таким чином, термін «навколишнє середовище» передає сукупність всіх зовнішніх факторів, що впливають на живий організм.

Фактор – причина або рушійна сила будь-якого процесу, що відбувається у навколишньому середовищі.

Абіотичні фактори – компоненти та явища неживої, неорганічної природи, що впливають на живі організми. Їх можна поділити на:

- фізичні (кліматичні): тиск, рух повітря, вітер, вологість, атмосферні опади, температура, сонячне випромінювання, іонізаційні випромінювання;

- атмосферні: структура та склад атмосфери, її фізичні й хімічні властивості, здатні впливати на живі організми;

- гідрографічні (фактори водного середовища): фізичні та хімічні властивості води, як середовища мешкання живих організмів;

- едафічні (грунтові): структура та склад ґрунтів, сукупність їхніх фізичних і хімічних властивостей, що справляють екологічний вплив на живі організми.

Біотичні фактори – сукупність впливів життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших, а також на неживе середовище.

Параметр – величина, що характеризує будь-яку властивість процесу або явища, що відбуваються у довкіллі.

Забруднення – несприятлива зміна навколишнього середовища як цілковитий або частковий результат людської діяльності, що безпосередньо або опосередковано впливає на розподіл енергії та рівні радіації, фізико-хімічні властивості навколишнього середовища та умови існування живих істот.

Ці зміни можуть впливати на людину безпосередньо або через сільськогосподарські ресурси, воду чи інші біологічні продукти та речовини. Різкі зміни забруднення, коливання абіотичних та біотичних факторів можуть викликати неспецифічну реакцію живого організму - стреси.

На стан навколишнього середовища істотно впливають природні та техногенні порушення екологічної рівноваги, збільшення чисельності населення, процеси урбанізації та індустріалізації, розвиток енергетики, експлуатація військової та космічної техніки.

Система спостережень, оцінки та контролю за станом природного середовища, що оточує людину, з метою розробки заходів щодо його охорони, раціонального використання природних ресурсів і запобігання критичним ситуаціям, шкідливим або небезпечним для здоров'я людей, існування живих організмів та їхніх суспільств, природних об'єктів і комплексів, а також прогнозування масштабів неминучих змін називається моніторингом.

### **3.2.3. Методи вимірювання**

#### ***Загальні характеристики вимірювального обладнання***

**Вимірювання параметра навколишнього середовища** – це послідовність експериментальних та обчислювальних операцій, що

здійснюють з метою знаходження значення параметра, що характеризує певний об'єкт або явище.

Вимірювання передбачає кількісну оцінку параметра в стандартних одиницях, тобто порівняння параметра з рекомендованим стандартом для визначення їхньої рівності або ступеня різниці.

Вимірювання включає:

- об'єкт (явище), властивості або стан якого характеризує величина, що вимірюється;
- одиницю цієї величини;
- технічні засоби, проградуйовані в обраних одиницях;
- метод вимірювання;
- спостерігача (системи реєстрації), що сприймає результат вимірювання;
- отримане значення величини, що вимірювалася, та оцінку її відхилення від дійсного значення (похибку вимірювання).

Вимірювання бувають *прямими*, якщо сигнал, що надходить на вимірювальний прилад від сенсора, містить безпосередньо інформацію про параметр, який вимірюється (наприклад, вимірювання температури, вологості, тиску, швидкості вітру тощо), та *посередніми*, під час яких значення параметра знаходять за допомогою обчислень на основі відомих формул або залежностей між цим параметром та параметрами, що вимірювалися безпосередньо (наприклад, вимірювання швидкості седиментації частинок, втрат теплоти з поверхні листка тощо).

Вимірювання параметрів навколишнього середовища можуть здійснюватися безпосередньо біля об'єкта дослідження або дистанційно.

**Вимірювальний прилад** – засіб вимірювань, що дає можливість безпосередньо визначати параметри величини, що вимірюється. Залежно від того, яким шляхом вимірювальні прилади дають інформацію, вони діляться на аналогові та цифрові.

### *Аналогові прилади*

Інформація, яку отримує аналоговий вимірювальний прилад, постійно змінюється і відповідно (аналогічно) реєструється. Величина параметра, що змінюється, читається на шкалі приладу.

Аналоговий прилад містить:

- сенсор – функціональний елемент, що забезпечує зв'язок між приладом та параметром, що вимірюється;
- перетворювач сигналу, який трансформує отриманий сенсором сигнал таким чином, щоб його можна було спостерігати, читати, реєструвати;

- аналоговий індикатор, що перетворює сигнал від перетворювача у форму, зручну для реєстрації оператором.

Типовий приклад аналогового вимірювального приладу – термометр. Сенсором тут є головка термометра, перетворювачем сигналу – капілярна трубка зі ртуттю, аналоговим індикатором – градуйована шкала.

### ***Цифрові прилади***

У цифрових приладах інформація подається у вигляді дискретних сигналів, хоча величина параметра змінюється безперервно. Ділянка змін величини параметра, що вимірюється, ділиться на певну кількість рівних інтервалів, позначених цифрами. Кожен інтервал відповідає найменшій зміні параметра, яку здатний зареєструвати прилад.

Цифровий прилад містить такі основні елементи:

- сенсор (функції його ті ж самі, що й в аналоговому приладі);
- аналогово-цифровий перетворювач, який перетворює отриманий сигнал у цифрову форму;
- цифровий дисплей, за допомогою якого читається отримана інформація.

### **3.2.4. Основні характеристики вимірювального приладу**

**Точність** характеризує різницю між значенням величини, що вимірюється, та дійсним значенням. Точність вимірювального приладу лімітує вимірювання величини параметра. Узагальненою характеристикою засобів вимірювань є класи точності - показники встановлених для них стандартами меж похибок. Наприклад, клас точності 0,1 відповідає похибці 0,1%.

**Чутливість приладу** може бути визначена як відношення величини зміни сигналу від сенсора до величини зміни параметра, що вимірюється. Прилад з невисокою чутливістю може втратити певну корисну інформацію, тоді як прилад з високою чутливістю може отримати зайву інформацію, що призведе до ускладнення її інтерпретування.

**Роздільна здатність** – найменша зміна величини параметра, що вимірюється, – наприклад, найменша поділлка або цифра шкали приладу.

**Лінійність відгуку** відповідає рівномірній шкалі приладу; ця характеристика не є обов'язковою, але полегшує процес вимірювання.

**Дрейф нуля** характеризує нестабільність установки нуля за відсутності сигналу. Він залежить від кліматичних та інших умов.



**Час відгуку** характеризує швидкість, з якою прилад реагує на зміну вхідного сигналу. Він відповідає проміжку часу між зміною параметра та моментом вимірювання цієї зміни.

**Вірогідність** – здатність приладу надавати вірну інформацію протягом визначеного періоду часу.

Література: [1-4].

### **3.2.5. Основні параметри навколишнього середовища, що підлягають вимірюванню**

У курсі будуть розглянуті прилади вимірювання наступних параметрів:

- тиску;
- температури;
- вологості;
- параметрів вітру;
- вібрацій;
- коливання;
- шуму;
- природного та іонізаційного випромінювань;
- рН вод та ґрунту;
- вимірювання потужності дози дозиметром;
- визначення вмісту гумусу в ґрунтах спектрофотометром.

А також методи та прилади контролю за станом й забрудненням:

- атмосфери – вимірювання атмосферних забруднень, озону, визначення вмісту деяких токсичних речовин у повітрі за допомогою газоаналізаторів; ознайомлення з вимірюванням параметрів парникового ефекту, опадів, та аерозолів;

- літосфери – на приладі едафічних факторів середовища та оцінці екологічного стану ґрунту;

- гідросфери – прилади для відбору проб води; методи вимірювання параметрів води; визначення окремих характеристик води.

## 4. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

### ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Дослідження екологічного стану повітря

**Мета роботи:** Ознайомитися з приладами, які вимірюють стан атмосферного повітря. Знати методику та відбір проб атмосферного повітря. Вміти визначати вміст токсичних речовин, які містяться в повітрі.

**Завдання 1.** Ознайомлення з теоретичними основами приладів, які вимірюють атмосферні забруднення та озон. Зокрема, розкрити такі питання:

1.1. Яким є склад і структура атмосфери та основні забруднювачі повітря?

1.2. Вимірювання атмосферних забруднень.

1.3. Що таке озонова дірка та як вимірюють озон?

**Завдання 2.** Ознайомлення з практичними основами визначення вмісту деяких токсичних речовин у повітрі за допомогою газоаналізатора. Зокрема, підготувати такі питання:

2.1. Які є методи контролю за станом атмосфери?

2.2. Як проводиться відбір проб атмосферного повітря для аналізу?

2.3. Як проводиться відбір проб повітря способом заповнення посудин обмеженого об'єму?

2.4. Будова та принцип дії приладу для вимірювання концентрацій шкідливих речовин аспіратор АМ-5 з набором індикаторних трубок (газовизначники хімічні ГХ-М).

2.5. Принципи дії газоаналізаторів та діапазон вимірювання.

2.6. Які є головні групи фізико-хімічних та фізичних методів дослідження стану довкілля?

2.7. Як здійснюється визначення вмісту деяких токсичних речовин у повітрі за допомогою газоаналізатора?

2.8. Яким є опис, конструкція та принцип дії універсального газоаналізатору УГ-2?

2.9. Порядок виконання вимірів газоаналізатором УГ-2.

2.10. Визначення вмісту CO, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>.

2.11. Аналіз, конструкція та принцип дії різних газоаналізаторів.

Література для підготовки: [1-5, 7, 9-11, 15, 18].

### ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Дослідження стану водних об'єктів.

#### Визначення окремих характеристик води

**Мета роботи:** Оволодіти методикою дослідження стану водних об'єктів, зокрема з відбором та приладами відбору води, посудом який

використовується для відбору вод та способами підготовки води до аналізу. Крім цього, знати і вміти проводити визначення окремих характеристик води.

**Завдання 1.** Ознайомитися з відбором та приладами відбору води, посудом і підготовкою проб води до аналізу. Для цього повинні розкрити такі питання:

- 1.1. Відбір та прилади для відбору води.
- 1.2. Відбір проби природних вод.
- 1.3. Відбір проби стічних вод.
- 1.4. Посуд для відбору проб води.
- 1.5. Підготовка проби води до аналізу.
- 1.6. Способи підготовки води до аналізу.

**Завдання 2.** Осягнути методику визначення окремих характеристик води. Зокрема:

- 2.1. Визначення органолептичних властивостей води.
  - 2.2. Визначення прозорості води.
  - 2.3. Визначення запаху води.
  - 2.4. Визначення смаку та присмаку води (одорація).
  - 2.5. Визначення каламутності води.
  - 2.6. Визначення кольоровості води.
- Література для підготовки: [1, 5, 7, 12].

### **ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Едафічні фактори середовища та оцінка екологічного стану ґрунту**

**Мета роботи:** Ознайомитися з едафічними факторами середовища. Знати методику відбору проб ґрунту для різних досліджень. Оволодіти методами і засобами агрометеорологічних вимірювань параметрів ґрунтів.

**Завдання 1.** Розрити суть едафічних факторів середовища:

- 1.1. Які компоненти ґрунту Ви знаєте?
- 1.2. Виділіть хімічні та фізичні властивості ґрунту.
- 1.3. Параметри ґрунтів та методи їх вимірювання
- 1.4. Яке забруднення ґрунту Ви знаєте?

**Завдання 2.** Ознайомитися з відбором проб ґрунту до аналізу та вимогами до посуду та реактивів. Підготувати такі питання:

- 2.1. Відбір проб ґрунту та їхня підготовка до аналізу.
- 2.2. Відбір проби ґрунту для агрохімічних досліджень.
- 2.3. Відбір проб ґрунту виявлення техногенного забруднення.
- 2.4. Вимоги до посуду та реактивів.

**Завдання 3.** Оволодіти методами і засоби агрометеорологічних вимірювань параметрів ґрунтів, зокрема, наземними методи і засобами

визначення та експрес-вимірювання вологості і температури ґрунту. Підготувати такі питання:

3.1. Суть термостанто-вагового методу визначення вологості ґрунту.

3.2. Ознайомитися з будовою та принципом дії таких приладів: нейтронний вологомір ВНП-1, прилад «Агротестер», вимірювач параметрів ґрунтів ВПГ-1 (ИПП-1), вимірювач параметрів ґрунтів ВПГ-4ц.

3.3. Оволодіти іншими методами і засобами агрометеорологічних вимірювань параметрів ґрунтів, зокрема:

3.3.1. Будовою та принципом дії: датчика вологості ґрунту корпорації Sutron (США) та надвисокочастотного вологоміру ґрунтових зразків СВП-5.

3.3.2. Дистанційний та автоматизований експрес-контроль агрометеорологічних умов вирощування сільськогосподарських культур.

3.3.3. Аерокосмічні методи визначення вологості і температури ґрунту.

3.3.4. Агрогідрологічні властивості ґрунтів.

Література для підготовки: [1, 4, 5, 7, 11, 13, 16, 19].

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Вимірювання атмосферного тиску, вологості та температури повітря**

**Мета роботи:** Ознайомлення з будовою та принципом дії приладів для вимірювання тиску, вологості та температури повітря. Застосування набутих навичок в практичній роботі.

### **Частина 1. Атмосферний тиск**

**Завдання 1.** Ознайомитися із приладами для вимірювання тиску, їхньою будовою та принципом дії.

**Завдання 2.** Здійснити вимірювання атмосферного тиску барометром-анероїда на ділянці в міста Львів вказаного викладачем.

**Завдання 3.** На картосхемі ділянки дослідження нанести опорні точки з підписами значення тиску та побудувати ізогіпси.

Всі позначення та креслення виконати акуратно.

**Завдання 4.** Зробити аналіз картосхеми території дослідження.

### **Частина 2. Вологість повітря**

**Завдання 1.** Ознайомитися з приладами для вимірювання вологості, їхньою будовою та принципом дії.

**Завдання 2.** Здійснити вимірювання вологості повітря

аспіраційним психрометром на ділянці в міста Львів вказаного викладачем.

**Завдання 3.** На картосхемі ділянки дослідження нанести опорні точки з підписами вологості та побудувати ізоліній.

Всі позначення та креслення виконати акуратно.

**Завдання 4.** Зробити аналіз картосхеми території дослідження.

### **Частина 3. Температура повітря та ґрунту**

**Завдання 1.** Ознайомитися з приладами для вимірювання температури. Чітко знати їх будову та принцип дії для вимірювання температури повітря та ґрунту.

**Завдання 2.** Здійснити вимірювання температури повітря та поверхні ґрунту на ділянці в м. Львів вказаного викладачем.

**Завдання 3.** На картосхемі ділянки дослідження нанести опорні точки з підписами температури повітря та поверхні ґрунту. Побудувати ізотерми.

**Завдання 4.** Всі результати показати у вигляді таблиць (вказати час спостереження та результат виміру) і картосхем.

*Примітка.* Вимірювання проводити як зранку так і увечері.

**Завдання 5.** Зробити аналіз картосхеми території дослідження.

Зробити *загальний висновок* щодо об'єкту дослідження та аналіз результатів вимірювань і розподілу кліматичних параметрів (атмосферного тиску, вологості повітря та температури) по території.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Прилади для вимірювання параметрів парникового ефекту, опадів та аерозолів**

**Мета роботи:** Ознайомлення з приладами для вимірювання параметрів парникового ефекту, опадів та аерозолів.

**Завдання 1.** Розкрити суть парникового ефекту і вимірювання його вплив.

**Завдання 2.** Підготувати питання по вимірювання опадів, зокрема:

- 2.1. Водний баланс атмосфери та параметри опадів.
- 2.2. Ознайомитися з приладами для вимірювання опадів.
- 2.3. Дистанційне зондування при оцінювання опадів.
- 2.4. Вимірювання туману.
- 2.5. Кислотні дощі.
- 2.6. Методи детектування кислотних дощів

**Завдання 3.** Підготувати питання щодо вимірювання аерозолів:

- 3.1. Вимірювання параметрів аерозолів.

- 3.2. Аерозолі біологічного походження.
  - 3.3. Основні методи ідентифікації біоаерозолів.
- Література для підготовки: [1-5, 9-11, 14, 15, 17, 18].

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Вимірювання рН. Визначення рН рідин та ґрунту**

**Мета роботи:** ознайомитися з теоретичною та практичною частиною вимірювання рН. Знати будову рН метрів та навчитися визначати рН рідин та ґрунту.

**Завдання 1.** Вивчити теоретичну частину про рН.

**Завдання 2.** Ознайомитися з будовою електродів, ускладненням під час вимірів рН та кислотно-лужними індикаторами.

**Завдання 3.** рН-метри. Їх будова та принцип дії. Підготувати і знати будову 6-х рН-метрів.

**Завдання 4.** Навчитися вимірювати рН в екологічних дослідженнях. Зокрема, визначення рН рідин та ґрунту. Знати хід роботи при вимірюванні рН.

Література для підготовки: [5, 7].

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. Дозиметрія. Будова дозиметрів та вимірювання потужності дози**

**Мета роботи:** оволодіти знаннями по дозиметрії, знати будову та принцип дії дозиметрів; вміти визначати потужність дози.

**Завдання 1.** Розкрити суть поняття дозиметрія, зокрема підготувати питання:

- 1.1. Теоретичні частини дозиметрії.
- 1.2. Нормативні документи радіаційної безпеки.
- 1.3. Основні принципи радіаційної безпеки.
- 1.4. Дозові межі та допустимі рівні опромінення людей різних категорій.
- 1.5. Зони територій радіоактивного забруднення в Україні.

**Завдання 2.** Ознайомитися з будовою та принципами дії дозиметрів. Зокрема підготувати питання:

- 2.1. Основні типи дозиметрів.
- 2.2. Фізичні методи дозиметрії.
- 2.3. Ознайомлення з будовою дозиметрів та вимірювання потужності дози.

2.4. Вимірювання ПЕД дозиметром-радіометром МКС-05 «Терра-П».

Література для підготовки: [1-5, 7, 8].

## 5. ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ

Тестові запитання складено для заліку. Вони оцінюються по три бали. Відповідь на запитання подаються описово, чітко, лаконічно та розписуються на 2-4 речення. Запитання, які стосуються будови приладів вимагають відповіді на детальну будову та принцип дії цих приладів.

### Перелік тестових запитань:

1. Що вивчає та яким є предмет навчальної дисципліни «Прилади контролю навколишнього середовища»?
2. Мета та завданнями навчальної дисципліни «Прилади контролю навколишнього середовища».
3. Методи, які використовують для аналізу стану навколишнього середовища.
4. Що включає і які бувають вимірювання?
5. Що розуміють під вимірювальним приладом? Що таке аналогові та цифрові прилади?
6. Що містить аналоговий та цифровий прилад? Перерахуйте основні характеристики вимірювального приладу.
7. Що таке точність та роздільна здатність приладу?
8. Що таке чутливість та лінійність відгуку приладу?
9. Що таке дрейф нуля та час відгуку приладу?
10. Манометр сифонного типу: будова, принцип дії.
11. Манометр чашечкового типу: будова, принцип дії.
12. Ртутний манометр: будова, принцип дії.
13. Барометр-анероїд: будова, принцип дії.
14. Ртутний барометр: будова, принцип дії.
15. Трубка Бурдона: будова, принцип дії.
16. Барограф: будова, принцип дії.
17. Цифровий барометричний сенсор тиску: будова, принцип дії.
18. П'єзоелектричний сенсор тиску: будова, принцип дії.
19. Газові термометри: будова, принцип дії.
20. Рідинний термометр: будова, принцип дії.
21. Біметалевий термометр: будова, принцип дії.
22. Термометри опору: будова, принцип дії.
23. Пірометр та його принцип дії.
24. Оптичний пірометр: будова та принцип дії.
25. Будова інфрачервоного пірометра.
26. Радіотермометри: використання та будова.
27. Будова статичного радіотермометри.
28. Інфрачервона відеокамера: будова та застосування.

29. Кварцовий п'єзоелектричний термометр.
30. Аспіраційний психрометр Асмана: будова та принцип дії.
31. Автоматизований психрометр Асмана: будова та принцип дії.
32. Психрометр Августа: будова та принцип дії.
33. Гігрометр та його види.
34. Ваговий (абсолютний) гігрометр: будова та принцип дії.
35. Волосяний гігрометр: будова та принцип дії.
36. Гігрограф: будова та застосування.
37. Плівковий гігрометр: будова та принцип дії.
38. Ємкісний гігрометр: будова та принцип дії.
39. Електролітичний гігрометр: будова та принцип дії.
40. Електролітичний гігрометр з підігрівом: будова та принцип дії.
41. Керамічний та сорбційний гігрометр.
42. Конденсаційний гігрометр: будова та принцип дії.
43. Гігрометри психометричні: будова та принцип дії.
44. Як є методи вимірювання вологості ґрунту?
45. Що таке анемометр і де він використовується?
46. Анемометр чашечного типу: будову та принцип дії (н-д, МС–13).
47. Виділіть модифікації анемометрів чашечного типу.
48. Анемометр пропелерного типу: будову та принцип дії.
49. Трупка Піко: будова, принцип дії?
50. Термоанемометр: будова, принцип дії.
51. Принцип дії ультразвукового анемометра.
52. Допплерівський анемометр: будова, принцип дії.
53. Принцип дії лазерного Доплеровського анемометра.
54. Флюгери: будова та принцип використання.
55. Що таке потенціометр та анеморумбометр?
56. Принцип дії анеморумбометра.
57. Будова та принцип дії чашкового анеморумбометра.
58. Крильчато-флюгер анеморумбометра: будова, принцип дії.
59. Перетворювачі опору: будова, принцип дії.
60. П'єзоелектричний перетворювач: будова, принцип дії.
61. Електродинамічний перетворювач: будова, принцип дії.
62. Диференційний перетворювач: будова, принцип дії.
63. Перетворювач швидкості (велометр): будова, принцип дії.
64. Фотоелектричний перетворювач: будова, принцип дії.
65. Будова та принцип дії сейсмографа.
66. Будова та принцип дії типового та модифікованого сейсмографа.
67. Як поділяються мікрофони для вимірювання шумів?
68. Конденсаторний мікрофон: будова, принцип дії.
69. П'єзоелектричний мікрофон: будова, принцип дії.
70. Електретний мікрофон: будова, принцип дії.



71. Шумоміри, принцип їх роботи.
72. Шумомір Октава 101А: призначення, принцип дії.
73. Цифровий шумомір DSP80X: призначення, принцип дії.
74. Цифровий шумомір SVAN 943: призначення, принцип дії.
75. Шумомір Медіатор 2238: призначення, принцип дії.
76. Шумомір TENMARS TM-102: призначення, принцип дії.
77. Що таке дозиметр і радіометр?
78. Класифікація радіометрів.
79. За призначенням і принципом дії розрізняють такі радіометри:
80. Що відносять до основних типів теплових детекторів?
81. Колориметр: призначення, принцип дії.
82. Болومتر: будова, принцип дії.
83. Що таке Піроелектричний приймач?
84. Як класифікують радіометри з тепловими детекторами?
85. Піргеліометр: будова, принцип дії.
86. Піранометр: будова, принцип дії.
87. Піргеометри: будова, принцип дії.
88. Піррадіометри: будова, принцип дії.
89. Що таке квантові детектори?
90. Фотодіод: призначення та принцип дії.
91. Фотоелектронний помножувач: принцип дії.
92. Фотометр: призначення, принцип дії.
93. Люксометр: будова, призначення та принцип дії.
94. Радіометри з квантовими детекторами поділяють на:
95. Як здійснюють вимірювання прямого сонячного випромінювання?
96. Як вимірюють сумарне випромінювання?
97. Як вимірюють дифузне сонячне випромінювання?
98. Як вимірюють альбедо?
99. Вимірювання довгохвильового випромінювання.
100. Вимірювання атмосферних забруднень методом спектрометрії.
101. Що таке люмінесцентні та електрохімічні аналізатори?
102. Основними електрохімічними методами при вимірюванні атмосферних забруднень є:
103. Що таке озоновий зонд? Як ним користуються?
104. Основні типи озонових зондів.
105. Аспіратор АМ-5: будова та принцип дії.
106. Газоаналізатор УГ-2: будова та принцип дії.
107. Бури: будова та призначення.
108. Нейтронний вологомір ВНП-1: будова та принцип дії.
109. Прилад “Агротестер”: будова та принцип дії.
110. Вимірювач параметрів ґрунтів ВПГ-1 (ППП-1): будова та принцип дії.

111. Вимірювач параметрів ґрунтів ВПГ-4ц: будова та принцип дії.
112. Датчик вологості ґрунту корпорації Sutron (США).
113. Надвисокочастотний вологомір ґрунтових зразків СВП-5: будова та принцип дії.
114. Батометри: класифікація, принцип використання.
115. Вакуумний батометр: будова та принцип дії.
116. Прилади для визначення прозорості води: будова та принцип використання.
117. Прилади для вимірювання рН: будова електродів.
118. Прилади для вимірювання рН: будова комбінованого електроду.
119. Дощомір: будова та використання.
120. Нахилені черпаки: будова та використання.
121. Сифонний дощомір: будова та використання.
122. Вологий опадомір: будова та використання.
123. Як здійснюється вимірювання туману?
124. Вимірювання параметрів аерозолів.
125. За конструктивними особливостями радіометричні та дозиметричні прилади поділяють на:
126. Дозиметр-радіометр МКС-05 «Терра-П»: будова та принцип дії.

## 6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль здійснюють під час практичних і робіт. Він передбачає оцінювання підготовленого у вигляді виконання та усного захисту практичної роботи. Проміжний контроль охоплює оцінки за контрольні роботи.

### Розподіл балів, що присвоюють студентам

№ з/п	Вид контролю	Кількість форм контролю	Межі балів	Сумарний бал
1.	Практичні роботи	7	4	28
2.	Контрольна робота	2	11	22
3.	Загальна сума балів під час поточного контролю			50
4.	Залік			50
<b>Загальна сума балів</b>				<b>100</b>

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою		
	за шкалою ECTS	за шкалою навчального закладу	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
81-89	<b>B</b>	добре	
71-80	<b>C</b>		
61-70	<b>D</b>	задовільно	
51-60	<b>E</b>		
0-50	<b>FX</b>	незадовільно	не зараховано

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Базова література:

1. *Посудін Ю. І.* Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. / Посудін Ю. І. – К. : Світ, 2003. – 286 с.
2. *Посудін Ю. І.* Фізика і біофізика навколишнього середовища. / Посудін Ю. І. – К. – Світ, 2000. – 303 с.
3. *Посудін Ю. І.* Практикум з методів вимірювання параметрів навколишнього середовища. / Посудін Ю. І. – К. : Вид-во НАУ, 2006. – 226 с.
4. *Посудін Ю. І.* Біофізика і методи аналізу навколишнього середовища : Підручник. / Посудін Ю. І. – К. : 2013. – 354 с.; іл.–бібліогр. : С. 342–348.
5. *Руденко С. С.* Загальна екологія. Практичний курс : Навчальний посібник у 2 ч. Частина 1. Урбоекосистеми. / Руденко С. С., Костишин С. С., Морозова Т. В. – Чернівці : Книги – ХХІ, 2008. – 342 с.
6. Статистична обробка біомедичних даних: Метод. вказівки до вивчення дисципліни «Прилади та системи забезпечення життєдіяльності» для студ. спец. «Наукові, аналітичні та екологічні прилади і системи» / Уклад. : Л. А. Тараборкін, І. М. Ковальова, М. В. Макасеєв, В. В. Трасковський. – К : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 40 с.
7. *Старикович Л. С.* Прилади і методи дослідження стану довкілля : навч. посібник / Л. С. Старикович, К. П. Дудок, Н. М. Любас. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 196 с.
8. *Іванов В. І.* Курс дозиметрії. / Іванов В. І. – М. : Энергоиздат, 1988. – 399 с

### Допоміжна література:

9. *Беккер А. А.* Охрана и контроль загрязнения природной среды. / Беккер А. А., Агаев Т. Б. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 286 с.
10. *Бронштейн Д. Л.* Современные средства измерения загрязнения атмосферы. / Бронштейн Д. Л., Александров Н. Н. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 327 с.
11. *Бурдин К. С.* Основы биологического мониторинга. / Бурдин К. С. Изд-во МГУ, 1985. – 156 с.
12. *Городецкий О. А.* Метеорология, методы и технические средства наблюдения. / Городецкий О. А., Гуральник И. И., Ларин В. В. – Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – 336 с.
13. *Посудін Ю. І.* Спектроскопічний моніторинг агросфери. / Посудін Ю.І. – К. Урожай, 1998. – 127 с.

14. *Хмельницкий Р. А.* Масс-спектрометрия загрязнения окружающей среды. / Хмельницкий Р. А., Бродский Е. С. – М. : Химия, 1990. – 182 с.
15. *Хргиан Ф. Х.* Физика атмосферы. / Хргиан Ф. Х. – Л. : Гидрометеоздат, 1969. – 647 с.
16. *Хэнкс Р. Дж.* Прикладная физика почв. Влажность и температура почв. / Хэнкс Р. Дж., Аси Крофт Дж. Л. – Л. : Гидрометеоздат, 1995. – 151 с.
17. Электропередачи сверхвысокого напряжения и экология: Сб. науч. тр./ ЭНИН им. Г. М. Кржижановского. – М. : 1986. – 203 с.
18. Электрохимические методы контроля окружающей среды. М. : Химия, 1990. – 238 с.
19. <https://uhmi.org.ua/rozz/agro>.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Войтків Петро Степанович

**ПРИЛАДИ КОНТРОЛЮ НАВКОЛИШНЬОГО  
СЕРЕДОВИЩА**

*методичні вказівки  
для самостійної роботи студентів*

*Друкується в авторській редакції*

Формат 60×84/16. Умов. друк. арк. 3,02.  
Зам. \_\_\_\_ . Наклад 50 прим.