

Міністерство освіти і науки України  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

О. П. Мітрясова

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ  
З ДИСЦИПЛІНИ  
«МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ»**

2 видання  
доповнене і перероблене

Випуск 310



Миколаїв – 2020

УДК 502,175:005.584.1](076)

М 66

*Рекомендовано вченою радою ЧНУ ім. Петра Могили (протокол № 9 від 28 травня 2020 р.).*

**Рецензенти:**

**Кельїна С. Ю.** – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри ґрунтознавства та аргохімії Миколаївського національного аграрного університету кораблебудування ім. адм. Макарова;

**Ющишина А. М.** – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Миколаївського національного університету імені В. Сухомлинського.

М 66

**Мітрясова О. П.** Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни «Моніторинг довкілля». – 2 вид. допов. і перероб. / О. П. Мітрясова. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. – 28 с. – (Метод. серія ; вип. 310).

Методичні рекомендації до виконання та оформлення курсової роботи з дисципліни «Моніторинг довкілля» адресовані студентам, які навчаються за спеціальністю 101 «Екологія». Наведено вимоги до написання змісту та орієнтовну тематику курсової роботи, а також систему її оцінювання за 100 бальною шкалою. Розглянуто правила здійснення огляду літературних джерел, методики наукового пошуку, проведення математично-статистичної обробки результатів моніторингу.

Рекомендовано для студентів-екологів під час вивчення професійно-орієнтовного курсу «Моніторинг довкілля».

УДК 502,175:005.584.1](076)

ISSN 1811-492X

© Мітрясова О. П., 2020

© ЧНУ ім. Петра Могили, 2020

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1. Тема курсової роботи .....	5
Розділ 2. Структура та правила оформлення курсової роботи .....	9
Розділ 3. Оцінювання виконання курсової роботи .....	13
Додатки.....	14
Додаток 1. Зразок оформлення титульної сторінки .....	14
Додаток 2. Зразок оформлення літератури.....	15
Додаток 3. Зразок оформлення таблиць і рисунку .....	16
Додаток 4. Статистична обробка матеріалів курсової роботи.....	17
Список використаних джерел.....	25

## ВСТУП

Курсова робота є однією з найважливіших форм самостійної творчої роботи студента, у ході виконання якої поглиблюються та вдосконалюються знання, одержані під час лекційних та лабораторних занять. Виконується курсова робота на теоретичному матеріалі, що самостійно аналізується та узагальнюється студентом, а також практичному матеріалі, що також самостійно вивчається та одержується. Метою виконання студентами курсової роботи з дисципліни «Моніторинг довкілля» є закріплення ними теоретичних знань та практичних умінь переважно з різноманітних методів моніторингу об'єктів довкілля (атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів і т. ін.), одержаних під час вивчення курсу.

Виконання курсової роботи сприяє формуванню професійного інтелекту майбутнього спеціаліста-еколога. Уміння аналізувати відомості фізико-хімічного, технічного, біологічного, соціального характеру дозволяє фахівцю-екологу розв'язувати професійні завдання на високому професійному якісному рівні.

Курсову роботу кожен студент виконує індивідуально. Тема курсової роботи обирається студентом самостійно з переліку запропонованих тем. Курсова робота з означеної дисципліни виконується студентами на старших курсах, тому у студента є можливість інтегрувати одержані знання з фахових дисциплін, зокрема хімічного, інженерно-технічного, екологічного напрямів.

За обраною темою курсової роботи студент має виконати наступні етапи: зробити огляд літературних джерел з визначенням відомих методів проведення визначеного моніторингу; провести аналіз даних, використовуючи методи математично-статистичного аналізу; зробити висновки та рекомендації. Висновки висвітлюють результати одержаних даних, рекомендації стосуються процесів управління якістю довкілля (застосування певних заходів, технологічних рішень і т. ін., які спрямовані на покращення екологічної ситуації), а також підвищення ефективності обраної технології знешкодження забруднень навколишнього середовища.

## РОЗДІЛ 1. ТЕМА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Виконання курсової роботи починається з вибору теми і визначення предмету, об'єкту дослідження, постановки мети і завдань, розробки методики дослідження, за допомогою якої передбачається розв'язання поставлених завдань.

Сформульована студентом мета має бути конкретною і досяжною, відображати напрям моніторингу довкілля. Метою курсової роботи може бути розробка системи моніторингу певних показників якості довкілля. Завдання повинні висвітлювати поступовий процес досягнення мети і практичні методи реалізації моніторингу об'єктів довкілля (розробка рекомендацій, пропозицій, конкретних заходів та ін., котрі спрямовані на покращення стану довкілля).

Тема курсової роботи має бути проблемною, мати наукове і практичне значення, відноситися до конкретних об'єктів довкілля та методів моніторингу, а також містити елементи наукового пошуку. Ці фактори привертають увагу студента до самостійного наукового пошуку, підвищують його творчість під час виконання курсової роботи.

Бажано, щоб тема курсової роботи була максимально пов'язана з напрямками науково-дослідної роботи кафедри екології та природокористування. У процесі визначення об'єкту дослідження пріоритетними є: місто, джерела питної води, атмосферне повітря, ґрунти області, автотранспорт, підприємства суднобудівної, металургійної, транспортної, будівельної, харчової галузей. Предметом дослідження можуть бути наступні показники якості довкілля: метеорологічні, біологічні, хімічні, фізичні, радіобіологічні, соціальні, та ін.

Важливим є те, щоб тема курсової роботи мала зв'язок з роботами попередніх років, що покращує їхню якість, та була спрямована на розв'язання конкретних науково-практичних екологічних проблем. У курсовій роботі потрібно чітко обґрунтувати об'єкт та предмет дослідження.

Після вибору теми студент приступає до вивчення та аналізу спеціальної літератури. Для цього можна користуватися каталогами бібліотек і основними бібліографічними посібниками, Інтернет ресурсом. Студент складає свій список або власну картотеку літературних джерел за обраною темою. Потім, на основі цього списку здійснює критичний аналіз літератури, обґрунтовуючи актуальність теми та рівень її вивченості.

Тема курсової роботи обирається студентом самостійно та узгоджується з керівником проектування. Нижче подано орієнтовну тематику курсових робіт з дисципліни «Моніторинг довкілля». Загальна

тематика курсових робіт охоплює наступні напрями: екологічний моніторинг забруднюючих речовин від автотранспорту, хімічний моніторинг р. Південний Буг, Бузького лиману, екологічний моніторинг різних районів міста, місць біля основних виробничих підприємств; екологічний моніторинг атмосферного повітря і т. ін.

### **ТЕМАТИКА КУРСОВИХ РОБІТ**

1. Гідрохімічний моніторинг р. Південний Буг.
2. Гідрохімічний моніторинг р. Інгулець.
3. Гідрохімічний моніторинг р. Інгул.
4. Кліматичний моніторинг Миколаївщини.
5. Радіологічний моніторинг Миколаївщини.
6. Моніторинг видового складу зелених насаджень м. Миколаєва (роботу можна виконувати у межах певної паркової зони).
7. Моніторинг видового складу дерев і кущів Кінбурнської коси.
8. Моніторинг видового складу дерев заповідних об'єктів Миколаївської області.
9. Моніторинг видового складу фауни заповідних об'єктів Миколаївської області.
10. Моніторинг видового складу птахів м. Миколаєва.
11. Моніторинг видового складу комах м. Миколаєва.
12. Моніторинг видового складу зелених насаджень у парках та скверах м. Миколаєва.
13. Моніторинг рекреаційних зон на території Миколаївської області (роботу можна виконувати у межах окремих районів області).
14. Моніторинг зелених зон автодоріг м. Миколаєва.
15. Моніторинг кінологічного навантаження на паркові зони м. Миколаєва.
16. Екологічний моніторинг атмосферного повітря (роботу можна виконувати у межах певного району міста, або підприємства).
17. Метеорологічний моніторинг м. Миколаєва (роботу можна виконувати у межах окремих районів Миколаївської області).
18. Моніторинг захворюваності населення м. Миколаєва (роботу можна виконувати у межах певної вікової категорії, або певних видів захворювань; чи певних районів Миколаївської області).
19. Екологічний моніторинг питної води м. Миколаєва.
20. Радіологічний моніторинг р. Південний Буг у районі Ташлицького водосховища.

**Методичні рекомендації до виконання курсової роботи  
з дисципліни «Моніторинг довкілля»**

---

21. Моніторинг бродячих тварин м. Миколаєва.
22. Моніторинг лісових зон Миколаївської області.
23. Хімічний моніторинг ґрунтів м. Миколаєва (роботу можна виконувати у межах певного хімічного показника, певного району міста).
24. Моніторинг якості продуктів харчування (роботу можна виконувати у межах певного виду продуктів харчування, певних показників складу продуктів харчування).
25. Екологічний моніторинг будівельних матеріалів.
26. Фізико-хімічні методи моніторингу довкілля (роботу можна виконувати у межах певного фізико-хімічного методу моніторингу якості довкілля).
27. Моніторинг якості життя населення м. Миколаєва (роботу необхідно проводити у межах певного показника якості життя, у межах певного району міста).
28. Моніторинг рослинного різноманіття на територіях вітрових електростанцій.
29. Моніторинг тваринного різноманіття на територіях вітрових електростанцій.
30. Моніторинг птахів на територіях вітрових електростанцій.
31. Моніторинг розвитку екологічного транспорту на території м. Миколаєва.
32. Гідрохімічний моніторинг малих річок Миколаївської області.
33. Моніторинг екологічної просвіти населення м. Миколаєва.
34. Моніторинг екологічної просвіти студентів закладів вищої освіти (ЗВО) (роботу можна проводити у межах одного ЗВО, або однієї спеціальності).
35. Моніторинг екологічної просвіти учнів середніх шкіл (роботу можна проводити у межах однопрофільних шкіл).
36. Демографічний моніторинг населення міста та області.
37. Гідрохімічний моніторинг води зрошувальних систем Миколаївської області (роботу можна проводити у межах одного району Миколаївської області).
38. Гідрохімічний моніторинг питної води нецентралізованого постачання Миколаївської області (роботу можна проводити у межах одного району Миколаївської області).
39. Моніторинг упровадження у побуті енергозберігаючих технологій.
40. Моніторинг розвитку суднобудівельної галузі виробництва м. Миколаєва (роботу можна виконувати у межах інших галузей промислового виробництва міста, або області).
41. Екологічний моніторинг відходів підприємств м. Миколаєва (роботу можна виконувати у межах одного виду підприємств).
42. Екологічний моніторинг побутових відходів м. Миколаєва.

43. Моніторинг тютюнопаління серед молоді (роботу можна проводити у межах інших верст населення).

44. Моніторинг вживання алкогольних напоїв серед молоді.

45. Моніторинг забезпечення та дотримання стандартів безпеки праці на підприємствах (роботу необхідно проводити у межах одного підприємства однієї галузі).



## РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРА ТА ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота оформлюється на аркушах формату А4, шрифт 14, Times New Roman. Обсяг курсової роботи складає приблизно 1 д. а., що відповідає 22–24 друкарським аркушам з інтервалом тексту 1,5, береги: верхній, нижній, лівий – 25; правий – 15 мм.

Курсова робота має містити наступні розділи з таким орієнтовним розподілом:

Титульна сторінка (Додаток 1)	1 с.
Зміст	1 с.
Вступ	1–2 с.
Розділ I. Огляд літературних джерел	10–12 с.
Розділ II. Об'єкт, методика дослідження	4–5 с.
Розділ III. Власні результати дослідження	3–4 с.
Висновки, рекомендації та пропозиції	1–2 с.
Список використаних джерел (Додаток 2)	1–2 с.
Додатки	

Кожен розділ починається з нового аркуша. Нумерація починається з титульної сторінки, номер вказується у верхньому правому куті, нумерація на титульній сторінці не ставиться.

Відразу за титульною сторінкою розміщується зміст курсової роботи, де зазначається послідовність і назви розділів роботи та сторінки.

Обґрунтування методики дослідження базується на огляді спеціальної літератури. Тут викладається в історичному аспекті сутність проблеми, окреслюється рівень її визначеності, новизна та актуальність теми курсової роботи.

Неодмінною умовою якісного виконання роботи є ґрунтовне ознайомлення з літературою за обраною темою. Вивчення літератури є важливим напрямом, який дає можливість студентові враховувати досягнення попередників, що присвятили свої дослідження обраній проблемі. Матеріали попередніх досліджень являють собою великий за обсягом матеріал, з якого можна отримувати корисну інформацію, він може стати точкою відліку для формування нових ідей та науково-світоглядних поглядів.

Теоретичною та методологічною основою написання курсової роботи є фундаментальні праці вітчизняних та зарубіжних вчених, концепції та ідеї, закладені у нормативних документах. Зокрема,

студент повинен переглянути, виокремити з досліджуваної проблеми монографії, збірники матеріалів науково-практичних конференцій, журнальні та газетні статті, різноманітні статистичні та інші джерела інформації.

Спочатку потрібно ознайомитися з алфавітним, систематичним та предметним каталогами бібліотеки філіалу. Обрання та вивчення літератури мають бути системними. Студентові необхідно підготувати спеціальні бібліографічні картки, у які він записуватиме дані про джерело: прізвище, ініціали автора (групи авторів), назву монографії; книги або статті, вихідні дані: місто, видавництво (а для газетних та журнальних статей – назву газети або журналу, рік видання, число, місяць, номер журналу). Окрім того, потрібно вказати бібліотечний шифр, що допоможе у разі потреби повторного звернення до цього джерела швидко знайти його, не витрачаючи на пошук багато часу.

Щоб підготувати курсову роботу на належному рівні, студент повинен прагнути вибирати з літератури такі ідеї, положення та інформацію, які зможуть поглибити його теоретичні знання і слугувати фактичним матеріалом, але не будуть використані як об'єкт полеміки. Ознайомлюючись з книгою, вивчаючи її окремі розділи чи параграфи, студентові також доцільно запозичувати окремі технічні прийоми аналізу: форми таблиць, графіків, структуру і зміст інструментарію, що використовується під час дослідження тощо.

Опрацьовуючи роботи класиків вітчизняної та світової науки, а також інші джерела, необхідно вести конспект. Конспектування – важливий етап поглибленого вивчення основних питань теми дослідження. При цьому в конспекті не потрібно повністю відтворювати структуру джерела та його зміст. Важливо в джерелі знайти відповідь на запитання, яке виникає у зв'язку з розробкою тієї чи іншої проблеми в курсовій роботі. Відтак конспект може мати такий вигляд:

*Автор, назва роботи та інші вихідні дані.*

<i>Проблема (питання)</i>	<i>Основні положення джерела чи книги (відповідь)</i>	<i>Сторінка</i>	<i>Примітка</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>

Доцільно такий конспект вести на окремих аркушах паперу, що дасть змогу легше систематизувати первинний матеріал відносно прийнятої структури курсової роботи. Дуже важливо, щоб студент у четверту графу конспекту вносив свої висновки, пропозиції, висловлював згоду чи незгоду з ідеями книги, зауваження щодо

## **Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни «Моніторинг довкілля»**

---

можливості реалізації певних ідей у практиці моніторингу їх актуальність чи застарілість.

Вивчаючи літературні джерела, необхідно дуже ретельно стежити за оформленням витягів, щоб в подальшому було легко ними користуватися. Можливо, що частка витягів, отриманих даних, фактів виявиться непотрібною: дуже рідко вони використовуються повністю. І не біда, якщо матеріалів зібрано більше, ніж потрібно, аби їх не бракувало. Зауважимо і таке. Вибрати потрібно не які-небудь факти, а тільки *науково-практичні*. Наукові факти – це ті, які складають основу наукового знання, це елементи, які відображають об'єктивні властивості речей і процесів. На основі наукових фактів визначаються закономірності явищ, будуються теорії і виводяться закони.

Науковим фактам притаманна новизна, точність, об'єктивність і достовірність. Новизна наукового факту говорить про принципово новий, невідомий до цього часу предмет, явище чи процес. Це не обов'язково – наукове відкриття, але це нове знання про те, що ми до останнього часу не знали.

Після ґрунтовного опрацювання літературних джерел і з'ясування теоретичної бази дослідження студент приступає до ознайомлення з практичною роботою установ з моніторингу довкілля.

Відповідно до мети, завдань та логіки дослідження студент розробляє конкретну програму моніторингу і погоджує її з керівником проекту. Вона повинна включати передусім питання, з якими студент хотів би більш докладно ознайомитися, з'ясувати, як вони вирішуються в реальній практиці охорони довкілля. Студент намічає, в якій установі чи організації, коли і що вивчати конкретно, у якій формі підбирати необхідну інформацію.

У розділі I надається теоретичне обґрунтування теми, доцільність та актуальність її виконання. Цей розділ будується за принципом поступового звужування діапазону питань: від загального до конкретного. Наприкінці розділу I потрібно подати завдання, що будуть розв'язані у практичній частині курсової роботи.

Далі організаційно-методичний розділ, у якому висвітлюється загальна характеристика об'єкту та предмету дослідження. Тут бажано детально охарактеризувати фізичні, хімічні властивості речовини, дати повне описання технології очищення, а також розкрити методику аналізу певних характеристик. Важливість цього розділу полягає у тому, що він характеризує рівень технології очищення, вміння здобувати ймовірні відомості, а також зазначає професійно грамотну схему проведення досліджень і аналізу одержаних результатів.

Якщо інформація зазначається у вигляді таблиці треба вказувати її номер, який подається відразу після посилання на неї. При графічному поданні результатів дослідження необхідно, щоб усі змінні по осі абсцис та осі ординат мали назву та розмірності. Нумерацію таблиць та рисунків рекомендується робити наскрізною.

Зноска на відповідне літературне джерело у тексті здійснюється відразу після посилання у квадратних дужках, наприклад: [1]; [1; 2; 16] (якщо посилання здійснюється на декілька літературних джерел); [1, с. 75] (якщо у тексті наводиться цитата).

У курсовій роботі можна використовувати таблиці форматні (на повну сторінку) і напівформатні (напівсторінки). У процесі обробки боковика і пографки необхідно дотримуватися точності, лаконічності, чіткості та повного узгодження граф з даними, що у них подаються, заміни слів прийнятими у тексті умовними скороченнями, уніфікації скорочень та позначень (додаток 3).

Одиниці вимірювання, загальні для всіх рядків, виносяться у шапку таблиці, при нумерації якої символ номера не ставиться. Під час викладення матеріалу нестандартні скорочення не допускаються. Користуються загальноприйнятими скороченнями фізичних і хімічних символів (наприклад, т – тонна; ц – центнер; кг – кілограм; г – грам; мг – міліграм; км – кілометр; л – літр; мл – мілілітр; рН – кислотність середовища; моль/л – молярна концентрація і т. ін.).

Якість ілюстрацій повинна забезпечувати їхнє чітке відтворення (електрографічне копіювання, мікрофільмування). Ілюстрації мають бути виконані на комп'ютері, або пастою чорного кольору на білому непрозорому папері (додаток 3). Фотознімки розміром меншим за формат А4 можуть бути наклеєні на стандартні аркуші білого паперу формату А4. Ілюстрації повинні мати назву, яку розміщують після номера ілюстрації. За необхідності ілюстрації доповнюють поясненнями (підрисунковий текст).

### РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Етапи роботи	Термін виконання, тиждень	Кількість балів
Постановка мети і завдання курсвої роботи	2	10
Визначення методів і матеріалів технологій знешкодження забруднень довкілля	4	10
Огляд та критичний аналіз літературних джерел	8	20
Робота над власним аналізом та розв'язанням поставленої проблеми	16	30
Розробка висновків роботи	17	10
Захист	18	20
<b>Разом</b>		<b>100</b>

## ДОДАТКИ

Додаток 1

### ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Кафедра екології

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни

«МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ»

на тему:

**«ГІДРОХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ Р. ІНГУЛЕЦЬ»**

Студента(ки) 321 групи

---

ПІБ

Керівник

---

вчене звання, науковий ступінь,  
посада, ПІБ

Миколаїв – 2020

## ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ЛІТЕРАТУРИ

Повні сучасні правила оформлення літератури наведено у журналі  
«Бюлетень Вищої атестаційної комісії України» № 5, 2009 р.

Характеристика джерела	Приклад оформлення
1. Один автор	Іванов А. О. Назва праці [Текст]: монограф. / А. О. Іванов. – К. : Алерта, 2009. – 567 с. Іванов А. О. Назва праці / А. О. Іванов // Рідне Прибужжя. – 18 жовтня. – 2009. – С. 2. Іванов А. О. Назва праці / А. О. Іванов // Вісник аграрної науки, спец. вип. 4 (43). – М. : МДАУ, 2009. – С. 2–10.
2. Два автори	Браун Т. Химия – в центре наук / Т. Браун, Г. Ю. Лемей. – В 2 т. – М.: Мир, 1983. – Ч. 1 – 447 с., Ч. 2 – 520 с.
3. Три автори	Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование: как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Р. Л. Акофф, Д. Магидсон, Г. Д. Эдисон ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – 234 с.
4. Чотири автори	Методи нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [В. В. Вітвіцький, М. Ф. Кисляченко, А. А. Нечипорук, І. І. Ганушкіна]. – К. : НДІ «Укראгропром-продуктивність», 2006. – 106 с. – (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи). Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для студент. вищ. проф.-техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. – К. : Вища освіта, 1998. – 478 с.
5. П'ять і більше авторів	Назва праці : тип документу (стаття, посібник, словник, довідник, монографія) / [А. О. Іванов, В. О. Шкляр, С. Н. Филипчук та ін.]. – К. : Вища освіта, 2008. – 450 с.
Матеріали конференцій	Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу : матеріали Всеукр. Молодих учених-аграрників [«Молодь України і аграрна реформа»], (Харків, 11–13 жовтня 2000 р.) / М-во аграр. політики, Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Х. : Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. – 167 с.
Словники	Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. В. Л. Ципін]. – Х. : Халімон, 2006. – 175 с.
Атласи	Україна : екол.-геогр. атлас : присвяч. всесвіт. дню науки в ім'я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЄНЕСКО / [наук. редкол. : С. С. Куруленко та ін.] ; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін.]. – К. : Варта, 2006. – 217 с.

## ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТАБЛИЦІ

Таблиця (номер)

Назва таблиці

Заголовок шапки			
1	2	3	4
Боковик	Пографка		

## ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ РИСУНКУ

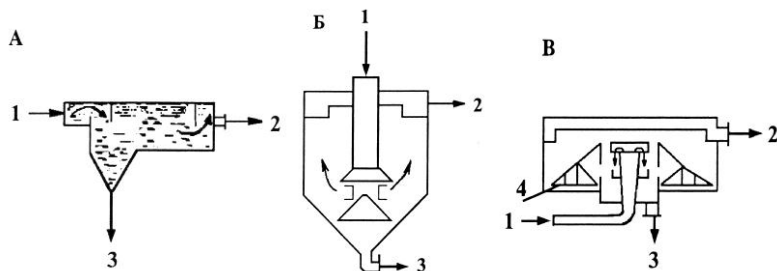


Рис. (номер). Види відстійників:

А – горизонтальний; Б – вертикальний; В – радіальний.

1 – забруднена вода; 2 – очищена вода; 3 – осад (шлам);

4 – скребковий механізм.



## СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

У процесі проведення моніторингу можна одержати великі об'єми інформації щодо концентрації речовин у воді, повітрі, ґрунті, рослинах, донних відкладеннях та ін. Основна властивість такої інформації – стохастичність. Концентрації однієї й тієї ж речовини в одному і тому самому ланцюгу екосистеми від точки до точки можуть відрізнятися на порядки величин. Так само стохастично можуть змінюватися відношення різних речовин від проби до проби та від об'єкта до об'єкта. Інтерпретація такої складної екологічної інформації без спеціальної математичної обробки неефективна. Тому необхідно вміти обробляти дані, які отримані під час здійснення моніторингу, методами математичної статистики.

### 1. Первинна статистична обробка даних моніторингу.

Під час спостережень за будь-яким об'єктом отримують масив даних, який являє собою вектор  $n$ -розмірності  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . При цьому кожне окреме вимірювання має свою похибку вимірювань. Первинна статистична обробка має знайти таку оцінку цього  $n$ -мірного масиву даних, яка б виступала найкращим наближенням до істинної величини параметра спостережень.

Первинна статистична обробка передбачає одержання наступних показників:

- $x$  – значення окремої ознаки;
- $\bar{x}$  – середнє арифметичне значення;
- $M_o$  – середнє модальне значення;
- $M_e$  – середнє медіанне значення;
- $n$  – загальна кількість спостережень;
- $\sigma_x$  – середнє квадратичне відхилення даних  $x$ ;
- $K^2$  – коефіцієнт варіації даних;
- $D_x$  – дисперсія даних.

Оцінювання істинного значення (наприклад, вмісту будь-якої речовини у воді) проводиться у вигляді:

$$x_{оц} = x_{найкр} \pm \sigma_x,$$

де  $x_{оц}$  – оцінюване значення параметра спостережень (наприклад, вмісту будь-якої речовини у воді);

- $x_{найкр}$  – найкраща оцінка;
- $\sigma_x$  – середньоквадратичне відхилення від даних спостережень.

Таким чином, завдання полягає у пошуку  $x_{найкр}$  та  $\sigma_x$ . Це здійснюється шляхом оцінки середнього значення та середньоквадратичного

відхилення даних спостережень.

**1.1. Знаходження середнього значення одержаних даних.**

Найкращими наближеннями до істинного значення  $x_{найкр}$  є три варіанти середніх значень: середнє арифметичне значення ( $\bar{x}$ ), середнє модальне значення ( $M_o$ ), середнє медіанне значення ( $M_e$ ).

Середнє арифметичне значення ( $\bar{x}$ ) визначають за формулою 1:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

де  $x_i$  – значення окремого вимірювання,  $n$  – загальна кількість вимірювань.

Середнє модальне значення (мода  $M_o$ ) характеризує величину, яка найчастіше зустрічається у виборці (тобто ймовірність якої є максимальною).

Середнє медіанне значення (медіана  $M_e$ ) – це таке значення величини, яка поділяє усі дані на дві рівноцінно-ймовірні групи. При дискретних вимірюваннях для розрахунку медіани показники потрібно впорядкувати за збільшенням їх значень, тоді середнє за порядковим номером значення і буде медіаною (наприклад з 5-и вимірювань медіана – це третє значення серед упорядкованих за збільшенням показників). Медіана є корисною величиною в усіх випадках, коли крайні показники у розподілі здаються недійсними або коли з будь-яких причин бажано зменшити їх вплив. Це відбувається часто у дослідницькій роботі, навіть коли інформація зібрана дуже ретельно.

Після розрахунку трьох характеристик середніх значень проводять їх порівняльний аналіз:

- якщо середнє модальне і середнє арифметичне приблизно рівні, то середнє арифметичне має велику ймовірність;
- якщо середнє медіанне і середнє арифметичне приблизно рівні, то у ряду даних немає великих відхилень, тобто «хвостів» у даних.

Середня величина є важливою характеристикою досліджуваного явища. Однак для врахування відхилень від цієї величини одержаних результатів оцінюється розсіювання даних навколо середнього значення.

**1.2. Оцінка розсіювання показників навколо середнього значення.**

Спосіб оцінки розкиду показників навколо середнього значення або оцінки інтервалу даних полягає у пошуку стандартного (середньоквадратичного) відхилення  $\sigma_x$ , коефіцієнта варіації  $K$  та дисперсії  $D_x$  та ін.

**Методичні рекомендації до виконання курсової роботи  
з дисципліни «Моніторинг довкілля»**

---

Середнє квадратичне відхилення характеризує 68 % інтервалу розсіювання даних навколо середнього значення і розраховується за формулою:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (2)$$

де у числівнику – сума квадратів відхилень значень від середньо-арифметичного значення; у знаменнику – кількість степенів вільності, що дорівнює кількості спостережень без одного.

Через те, що значення  $\sigma_x$  забезпечує 68 % інтервалу розсіювання даних навколо середнього значення, то для забезпечення врахування 95 % розсіювання даних (як прийнято під час природничих досліджень) використовують  $2\sigma_x$ . Таким чином, загальний результат оцінки первинних даних моніторингу має бути представлено у вигляді:

$$x_{оц} = x_{найкр} \pm \sigma_x. \quad (3)$$

Дисперсія:  $D_x = \sigma_x^2$ .

Коефіцієнт варіації (відносна характеристика, визначається у %) – показує, наскільки є великим розсіювання у відношенні до середньої величини:

$$K = \frac{\sigma_x}{x} 100\%. \quad (4)$$

Розмах варіювання – різниця між найменшим та найбільшим значеннями ряду:

$$R = x_{max} - x_{min}. \quad (5)$$

Квантілі – значення, які відповідають певному рівню ймовірності (визначають праву (75 %) квантіль, ліву (25 %) квантіль; 50 % квантіль – це медіана).

## **2. Визначення достовірності різниці між даними за критерієм Стьюдента.**

Якщо потрібно визначити достовірність різниці між середніми значеннями вибірок, отриманих під час паралельних вимірювань, використовують  $t$ -критерій Стьюдента. Для цього знаходять величину:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (6)$$

де  $m$  – помилка середнього:  $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ .

Ця величина порівнюється з табличною величиною  $t$ , що одержана для 95 % рівня ймовірності (або зазначає 5 % рівень значущості) залежності від числа степенів свободи (табл. 1). Якщо розрахункове  $t$  виявиться більшим за табличну величину, то вважається, що різниця між середніми значеннями є достовірною, в протилежному випадку – ні.

**3. Об'єднання результатів декількох вибірок даних спостережень.**

Якщо потрібно об'єднати результати двох чи більше вибірок даних спостережень, які представлені у вигляді:

$$\begin{aligned} x_1 &= \bar{x}_1 \pm 2\sigma_{x_1}, \\ x_2 &= \bar{x}_2 \pm 2\sigma_{x_2}, \\ &\vdots \\ x_n &= \bar{x}_n \pm 2\sigma_{x_n}, \end{aligned} \tag{7}$$

то потрібно знайти середньо-вагове значення для цих даних вибірок.

Таблиця 1

**Граничні значення  $t$ -критерію Стьюдента  
для 5 % рівня значущості**

$n$	0,05	$n$	0,05	$n$	0,05
2	4,30	18	2,10	50	2,01
4	2,78	20	2,09	60	2,00
6	2,45	22	2,07	70	2,00
8	2,31	24	2,06	80	1,99
10	2,23	26	2,06	90	1,99
12	2,18	28	2,05	100	1,98
14	2,15	30	2,04	120	1,98
16	2,12	40	2,02	200	1,97

Середнє вагове значення  $x_{c.с.}$  визначається за формулою:

$$x_{c.с.} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \tag{8}$$

де  $w_i$  – ваги кожного з середніх значень ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) – визначаються за формулою:

**Методичні рекомендації до виконання курсової роботи  
з дисципліни «Моніторинг довкілля»**

---

$$w_i = \frac{1}{\sigma_{x_i}^2}. \quad (9)$$

Середнє квадратичне відхилення для середньо-вагового значення визначається наступним чином:

$$\sigma_{x_{c.s.}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{x_i}}{n-1}}. \quad (10)$$

Заключний результат цього об'єднання даних декількох вибірок, натомість має вигляд:

$$x_{оц} = x_{c.s.} \pm 2\sigma_{c.s.}. \quad (11)$$

#### **4. Визначення тісноти зв'язку між параметрами довкілля методом лінійної кореляції.**

Одним з найбільш загальних питань обробки матеріалу є пошук зв'язку між компонентами. Це здійснюється за допомогою кореляційно-регресійного аналізу. Дослідження залежностей і взаємозв'язків дає можливість глибше розуміти складний механізм зв'язку: «причина – наслідок» та виявити форму цього впливу.

Для визначення тісноти зв'язку між двома факторами ( $x$  та  $y$ ) або впливу одного фактора на інший проводять аналіз методом лінійної кореляції. Наприклад, його проводять під час визначення, чи впливають аерозольні викиди шкідливої речовини  $x$  на вміст її у повітрі приміщень  $y$ .

Для цього розраховується коефіцієнт кореляції:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - \sum x_i^2)(n \sum y_i^2 - \sum y_i^2)}}, \quad (12)$$

де  $x$  – індивідуальні показники першого фактора (газові викиди транспорту),  $y$  – вміст речовини у повітрі,  $n$  – загальна кількість спостережень.

Коефіцієнт кореляції  $r$  вказує на силу зв'язку між двома рядами даних спостережень: він знаходиться в межах від  $-1$  до  $1$  ( $r \in (-1; +1)$ ); чим ближче за модулем коефіцієнт кореляції наближується до  $1$ , тим зв'язок між даними є більш інтенсивним. Якщо  $r \rightarrow 1$ , то зв'язок між двома рядами даних є прямим, якщо  $r \rightarrow -1$ , то – зворотним. Достовірність зв'язку дає табл. 2.

Граничні значення коефіцієнта кореляції  
для 5 % рівня значущості

$n$	0,05	$n$	0,05	$n$	0,05	$n$	0,05
4	0,950	9	0,666	14	0,532	19	0,456
5	0,878	10	0,632	15	0,514	20	0,444
6	0,811	11	0,602	16	0,497	25	0,396
7	0,754	12	0,576	17	0,482	30	0,361
8	0,707	13	0,553	18	0,468	40	0,310

Якщо одержаний під час розрахунків коефіцієнт кореляції  $r$  виявиться більшим за відповідне граничне значення для 5 % рівня значущості, то вважається, що зв'язок між цими факторами є достовірним.

**5. Визначення форми зв'язку між параметрами довкілля методом регресійного аналізу даних.**

Встановлення виду функціональної залежності між двома рядами даних, одержаними під час моніторингу довкілля, відбувається через пошук лінії регресії. Для того, щоб лінія регресії найкращим чином описувала показники досліджень, потрібно звести до мінімуму похибки побудови функціональної залежності, а це здійснюється шляхом використання методу найменших квадратів (МНК). Регресія встановлює вигляд зв'язку між фактором  $x$  та об'єктом  $y$ , тобто функціонально описує вплив фактору  $x$  на об'єкт  $y$ :

$$y = f(x). \quad (13)$$

Аналітичний вигляд лінії регресії може бути різним:

- лінійним  $y = a_0 + a_1 x$ ;
- експоненційним  $y = a \exp(x)$ ;
- степеневим  $y = ax^b$ ;
- поліноміальним  $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \dots + a_n x^n$ .

У найпростіших випадках шукають лінійний вигляд лінії регресії.

Коефіцієнти  $a_0$  та  $a_1$  визначаються таким чином:

$$a_0 := \frac{\sum x_i \cdot \sum y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\Delta}$$

$$a_1 := \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\Delta} \quad (14)$$

$$\Delta := n \cdot \sum x_i - (\sum x_i)^2$$

**Методичні рекомендації до виконання курсової роботи  
з дисципліни «Моніторинг довкілля»**

Визначивши вигляд рівняння, треба ще оцінити, наскільки точно останнє описує вихідні дані. У якості інтенсивності зв'язку виступає коефіцієнт детермінації  $R_{yx}$ , який визначається за формулою:

$$R_{yx} := \frac{(n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot y_i)^2}{[n \cdot \sum x_i - (\sum x_i)^2] \cdot [n \cdot \sum y_i - (\sum y_i)^2]} \quad (15)$$

Для лінійної форми лінії регресії виконується рівняння:  $R_{yx} = r_{xy}^2$ . Для перевірки коефіцієнта детермінації на значущість розраховується величина:

$$F = \frac{R_{yx} (n - 2)}{1 - R_{yx}}, \quad (16)$$

яка порівнюється з критичним значенням цієї величини у ході заданого рівня значущості і відповідному числі степенів вільності (табл. 3). Якщо  $F > F_{крит}$ , то  $R_{yx}$  є високозначимим коефіцієнтом детермінації. Це означає, що визначене рівняння регресії достатнім чином описує експериментальні дані.

Таблиця 3

**Процентні точки F-розподілу,  $\alpha = 5\%$  і  $1\%$   
(надруковано курсивом)**

$f_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	151	18.51	10.13	7.71	6.61	5.99	5.59	5.32	5.12	4.96	4.84	4.75
$f_1=1$	4052	98.49	34.12	21.20	16.25	13.74	12.25	11.26	10.56	10.04	9.65	9.33
$f_2$	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	4.67	4.60	4.54	4.49	4.45	4.41	4.38	4.35	4.32	4.30	4.28	4.26
$f_1=1$	9.07	8.86	8.68	8.53	8.40	8.28	8.18	8.10	8.02	7.94	7.88	7.82

**6. Тренд-аналіз часових рядів параметрів довкілля.**

Тренд – це загальна направленість динаміки часового ряду (даних, які впорядковані в часі). Тренд дає уяву про загальну поведінку вмісту певної речовини в об'єкті довкілля у часі без її короткотривалих коливань. Лінія тренду описує усереднену поведінку часового ряду протягом тривалого періоду часу. Часовий ряд може зростати або спадати з незмінною або змінною швидкістю, тому для опису тренду часових рядів використовують два варіанти: через абсолютно середній приріст (для незмінної швидкості) і середній приріст у %, тобто темп приросту.

Аналітично лінія тренду являє собою лінійну лінію регресії, де в якості незалежної величини виступають члени часового ряду  $T$ : день, місяць, рік і т. ін. (при цьому дані часового ряду перенумеровуються, починаючи від 0), а в якості залежної – вміст шуканої речовини в об'єкті довкілля  $Y$ . Тобто загальний вигляд лінії тренду є наступним:

$$Y = a_0 + a_1 T, \quad (17)$$

де  $a_0$  – початкове значення шуканої речовини протягом певного терміну часу,  $a_1$  – середній за одиницю часу абсолютний приріст членів часового ряду (це значення, на яке члени ряду зростають у середньому за одиницю часу).

Після встановлення лінії тренду проводиться аналіз точності опису за нею даних часових рядів. Цей аналіз виконується аналогічно перевірці точності опису звичайної лінії регресії (через встановлення коефіцієнта детермінації та перевірку його значимості). Побудову лінії тренду можна проводити за допомогою програми Microsoft Excel.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беккер А. А. Охрана и контроль загрязнения окружающей среды. / А. А. Беккер. – К. : Гидрометеиздат, 1990. – 385 с.
2. Білявський Г. О. Основи екології : підручник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй. – К. : Либідь, 2004. – 408 с.
3. Вимоги до якості питної води. Державні санітарні норми і правила ДСанПН 2.2.4-171-10 «Державні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ecosoft.ua/ua/blog/tebovaniya-k-kachestvu-pitevoy-vody>.
4. Григор'єва Л. І. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни «Моніторинг довкілля» / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2006. – Вип. 47. – 28 с.
5. Гринин А. С. Математическое моделирование в экологии : учебн. пособ. / А. С. Гринин, Н. А. Орехов, В. Н. Новиков. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 269 с.
6. Дуднікова І. І. Моніторинг довкілля : навч. посіб. для вузів у 2-х ч. / І. І. Дуднікова, С. П. Пушкін. – К. : Вид-во Європейського ун-ту, 2007. – Ч. 1. – 273 с. – Ч.2. – 313 с.
7. Израель Ю. А. Экология и контроль окружающей среды. / Ю. А. Израель. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 350 с.
8. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – СПб : НИИ Атмосфера, 2003. – 128 с.
9. Мітрьосова О. П. Практикум з хімічного моніторингу довкілля : навч. посіб. // О. П. Мітрьосова, В. М. Смирнов. – 2-е вид. випр. і доповнене. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2014. – 160 с.
10. Мітрьосова О. П. Хімічна екологія : навч. посібник / О. П. Мітрьосова / видання 2-е, випр. та допов. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. – 318 с.
11. Миколаївський водоканал : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.vodokanal.mk.ua](http://www.vodokanal.mk.ua).
12. Муравьёва С. И. Справочник по контролю вредных веществ в воздухе / С. И. Муравьёва, Н. Н. Казнина, Е. К. Прохорова. – М. : Химия, 1988. – 320 с.
13. Науковий звіт по темі : «Комплексний моніторинг Кінбурнської коси». – Миколаїв: Вид-во МФ НАУКМА, 2000. – 397 с.

14. Положення про державну систему моніторингу довкілля, затверджене постановою Кабінету Міністрів України № 391 від 30.03.98 р.

15. Стойков В. Ф. Организация территориальной системы экологического мониторинга в строительной деятельности / В. Ф. Стойков. – М. : Аннил, 2000. – 160 с.

16. Ферстер Э. Методы корреляционного и регрессионного анализа / Э. Ферстер, Б. Ренц. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 270 с.

**ДЛЯ НОТАТОК**

*Навчальне видання*

**Мітрясова  
Олена Петрівна**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ  
З ДИСЦИПЛІНИ  
«МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ»**

2 видання  
доповнене і перероблене

випуск 310

---

Редактор *А. Грубкіна*.  
Технічний редактор *О. Петроченко*. Комп'ютерна верстка *О. Петроченко*.  
Друк *С. Волинець*. Фальцювально-палітурні роботи *О. Мішалкіна*.

Підп. до друку 29.09.2020  
Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Папір офсет.  
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.  
Ум. друк. арк. 1,63. Обл.-вид. арк. 0,91.  
Тираж 5 пр. Зам. № 6080.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.  
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.  
Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2018.